熵：一种新的世界观

杰里米·里夫金
特德·霍华德 著

当代学术思潮译丛

当今世界正在经历着深刻而巨大的变化。科学技术的发展日新月异，标志着人类认识和揭示自然奥秘的飞跃和深化。在科学技术飞跃发展的冲击下，在当代世界的哲学社会科学领域内崛起了一大批崭新的学科、思潮和观点，以期解决世界向

会主义，就必然要放眼世界，引进和借鉴当代世界的先进文化成果。

《当代学术思潮译丛》就是立足中国，立足当代，精选当今世界哲学、社会科学领域内……有重大影……、新观点

熵：

一种新的世界观

著　者/[美]杰里米·里夫金
　　　　　　特　德·霍华德
译　者/吕　明　袁　舟

上海译文出版社

Jeremy Rifkin with Ted Howard

ENTROPY

A New World View

Bantam edition, 1981

根据美国纽约矮脚鸡出版公司 1981 年版译出

熵：一种新的世界观

〔美〕杰里米·里夫金 特 德·霍华德 著

吕 明　袁 舟 译

上海译文出版社出版、发行
上海延安中路 955 弄 14 号
全国新华书店经销
上海新华印刷厂印刷

开本 850×1156　1/32　印张 8.25　插页 2　字数 170,000
1987 年 2 月第 1 版　1987 年 12 月第 2 次印刷
印数：100,001—115,000 册

ISBN 7-5327-0152-2/B·17

书号：2188·40　　定价：2.05 元

译者的话

(一)

迄今为止，人类文明的历史是勇往直前，所向无敌的历史。我们人类有着得天独厚的与其他动物相比要大得多、也复杂得多的大脑。在大脑的十二分之一的体积里，就有几十亿个神经细胞。人们发明了语言，用来协调行动，以进行有组织的狩猎与生产活动。人又是地球上唯一能驯服并利用火这一体外能源的动物。火不仅被用来驱赶野兽，它也成了人们进行"刀耕火种"的工具。随着畜牧业、农业和工业的发展，人类征服自然的能力又大大加强了。到今天，人类已毫无疑问地攫取、控制了这个星球上的任何一个重要的生态场所，并以征服者的姿态左右着这个星球的命运。

生产力的不断提高和科学技术的飞速发展，使不少人变得踌躇满志。他们坚信，从原始社会、狩猎-采集社会、农业社会、工业社会到后工业社会，每个历史时期与其前身相比都是一个进步，人类社会总是呈现出一个向着更美满的现世生活发展的总趋势。不是吗？谁会怀疑日本汽车制造公司经理那种高效率、高速度、计划严密的生活方式

与狩猎-采集型社会成员的闲散而又无计划的生活方式相比是一种进步？谁会怀疑煤炭燃料比木材燃料先进，而石油、电力又比煤炭燃料更先进？他们认为物质进步是没有止境的，财富增长也是没有限度的，而科学技术就是这种永无止境的进步的可靠保证。

这种信念也统治着资本主义经济学的传统流派。从资本主义萌芽起，经济增长就一直是绝大多数经济学家追求的目标。一些经济模式因带来了显著的经济增长而备受他们赞誉，经济的增长和发展也被他们视为人类进步的同义词。尽管有石油危机和其他资源短缺，西方多数经济学家仍认为价格机制和市场调节能防止任何匮乏；任凭天翻地覆，亚当·斯密那只“看不见的手”仍然在经济领域中指点迷津。

1972年，马萨诸塞理工学院的丹尼斯·米都斯领导的一个十七人小组向罗马俱乐部提交了一份题为《增长的极限》的报告，对当代西方增长癖文化进行了批判。报告指出，由于地球的能源、资源和容积有限，人类社会的发展和增长必然有一定的限度。用倍增的速度去求得经济和社会的发展，注定会使社会在物质和能源方面达到极限，给

人类带来毁灭性的灾难。*

《增长的极限》发表后，被翻译成34种文字，在全世界范围内引起了巨大反响。人类社会发展的目的、极限和后果，从此成了全世界最杰出的政治家、社会学家、经济学家和科学家们争论的话题。《熵：一种新的世界观》就是在这种背景下出现的一部很有影响的著作，并已成了马尔修斯学派的后期代表作。

与《增长的极限》相比，《熵：一种新的世界观》涉及的领域要广泛得多，而且意义也更为深远。作者把熵这个物理学的概念广泛运用于哲学、心理学、经济学、政治学、社会学以及西方文化的各个领域。作者在此书中预告了牛顿-笛卡儿科学观的死亡，驳斥了鼓吹不断增长的资本主义经济思想，但最后却得出了历史是一个不断倒退、衰亡的过程这个悲观结论。

所谓熵定律就是热力学第二定律。热力学第一定律告诉我们能量是守恒的、不灭的，只能从一种形式转变到另一种形式。这是不是说我们就可以高枕无忧地滥用那万世不竭的物质和能源了呢？作者认为，不幸的是热力学第二定律表明，能

* 参见《增长的极限》中译本，四川人民出版社出版。——译者

量只能不可逆转地沿着一个方向转化，即从对人类来说是可利用的到不可利用的状态，从有效的到无效的状态转化。用加尔文的话来说，这种无效能量已"从人们那里不可挽回地失去了……尽管它并没有湮灭"。而物理学意义上的熵，就是这种不能再被转化作功的能量的总和。

熵定律不仅适用于地球这一特定系统，而且也适用于包括所有星系和银河系在内的整个宇宙。作者以一种显然十分赞同的口吻阐述了以赫尔姆霍茨"热寂"学说为依据的宇宙观。它认为整个宇宙是以一个密集能源的大爆炸开始的。当这个稠密能源向外膨胀时，它的膨胀速度逐渐减慢，从而形成了银河系、恒星和行星，因此能源也渐渐失去原来的秩序，最后达到最大值的熵，即热寂的最终热平衡状态。那时一切能量差别均趋向于零，所有有用能量已消耗一空，到处是永恒的死寂。这也就是说我们的宇宙正无可挽回地走向死亡。

作者认为古代希腊社会由鼎盛走向衰亡的历史观与当代那种认为人类社会在不断进步的历史观相比，前者更准确地反映了现实。希腊神话意义深远地把历史划分为黄金时代、白银时代、青铜时代、英雄时代和铁器时代。黄金时代是历史的

顶峰，是富饶和充足的时代。黄金时代以后，每个时代都比前一个时代更为退化、粗俗、严酷。

作者认为人类历史是江河日下的历史，而且人类思想的发展也不见得是一个进步的过程。作者声称，几世纪来人类思想与人类其他活动一样，正朝着一个越来越复杂、抽象、浪费的状态发展。特别是自从引进控制论和现代信息论以后，科学家们认识到收集信息和储存知识都要花费能量，因此也是熵过程的一个组成部分。

知识的取代还破坏了世界的原始美，就象夏娃吃了知识之果就标志着一个漫长的苦难历程的开始一样。从本能、直觉、理智到抽象思维，人类思想发展的每个过程都越来越复杂、集中、抽象。而且我们得到的信息越多，我们有时反而更加糊涂。心理学家称这种情况为"信息超载"。作者还认为美国精神病剧增是与信息革命并行不悖的。

熵定律的提出，无疑也是向鼓吹无止境经济增长的传统经济学提出了挑战。这样的经济学的一个基本前提，或者说一个基本错觉，就是人们在生产而不是找到能源和物资。事实上能源和物资是一项资本，一项并不是人们生产出来的，而是地球所赋予的、不可替代的有限资本。正如作者所

指出的，由于经济的快速增长以及人们对科学技术的崇拜和放纵，世界非再生的能源和物质材料的耗散实际上在加速增大，两者的熵正提高到了一个非常危险的水平。

要理解这一危机的严重性，我们有必要理解当今社会的一个显著特点，即人口、经济以及对非再生的能源和物资的耗费的指数增长。就人口而言，人类人口达到第一个10亿花了整整200万年，再增加10亿只花了100年，第三个10亿却只花了30年（1930—1960年），第四个10亿竟只花了15年。照这样的速度发展下去，人们预计到2000年，世界人口将大约是70亿。那时，全世界的能量需求将是现在的4倍。而要在将来十几年内保持中等水平的全球经济增长，那么普通矿产的消费必须增长5倍，食品消费必须增长4倍。这种指数增长如果不加控制，必然会导致这样的悲剧——耗尽地球上的非再生能源。人类正处在这样一个十字路口上。

历代的哲人早就认识到了这样的事实。先秦时代的韩非子曾说道："今人有五子不为多，子又有五子，大父未死而有二十五孙，是以人民众而货财寡，事力劳而供养薄。"普罗米修斯把火交给了

人类，给了人类以无穷的力量。然而我们也不应该忘记，普罗米修斯同时也曾警告人类，如果不谨慎使用，火也能给人类带来灾难。

(二)

1969年第一次为“经济科学”设立诺贝尔奖时，埃里克·伦德伯格教授代表诺贝尔委员会为这一决定作了如下解释：“经济科学已日益朝着数学的精确性以及对经济内容的定量分析方向发展。”这种数学分析的技术是如此成功，足以使那种“模糊的、用文字表达的经济学”相形见绌了。这一年，两位欧洲经济学家因为“使经济学有了数学的准确性，并给了它一定结构，从而使定量分析和对各种假设的数学证明成了可能”而分享了第一个诺贝尔经济奖。*

诺贝尔委员会的这一行动，实际上反映并认可了自亚当·斯密发表《国富论》以来，特别是第二次世界大战以后许多资产阶级经济学家所奉行的一种经济观，一种崇尚数据、图表、定量分析和

* 参阅西歌多·罗沙克为E．F．舒马赫《小即美》一书作的序。——译者

数学公式的经济观。这种经济观与机械论世界观有着密切的联系。而本书的一个十分独到之处，就是作者比较深刻地揭示了只注重产值增长的资本主义经济学说同机械的、数学的、技术的世界观之间的联系，并且比较尖锐地批判了过于机械的所谓“科学”世界观。

在牛顿、培根和笛卡儿的机械论世界观看来，世界是一部大机器。它呈现出我们在星球运动中所观察到的那种井然有序的规律。一切都只是运动中的物质，完全可以用数学公式来精确衡量，连人也只是机械世界中的物理现象而已。这种世界观强调的是速度、效率和精确性。笛卡儿曾说过：

> 我苦思冥想，终于悟出了万物都可归结为数学的道理……坦率地说，我坚信它（数学）是迄今为止人类智慧赋予我们的最有力的认识工具，它是万物之源。*

同这样一种世界观紧密联系着的，是一种只

---

* 参阅本书第一章。——译者

注重收支平衡、产值和国民生产总值的经济观。任何能够带来增长的行为都是"经济的"因而必须加以鼓励。对市场来说，一切都是商品；它注重的只是数量，而对数量后面的社会意义则并不关心。任何东西之间都可以划上等号。毕加索的天才与三叉戟核潜艇，非洲饥民急需的粮食与七声道的立体声音响设备，它们都有各自的价格，可以相互交换，那只"看不见的手"对它们都一视同仁。

产值和国民生产总值的增长必然就代表着社会财富和福利的增长吗？许多经济学家对此有怀疑。产值、速度和国民生产总值这些指标有时是通过对自然资源的大规模破坏来实现的。因而有的经济学家把国民生产总值讽刺为"国民污染总值"，尽管这种说法未免有些夸张。也有人指出，经济的增长在某些场合甚至会减少社会财富和福利，世界渔业生产面临的困境就是一个例子。*

约翰·洛克和亚当·斯密分别在社会和经济领域里发展了牛顿的世界观，他们的思想至今对西方世界还有很大的影响。洛克以理智为武器，开始探寻社会的"自然"基础。他的结论是，建立社

---

* 参阅徐崇温《全球问题与"人类困境"》第七章，辽宁人民出版社出版。——译者

会的唯一基础，就是彻头彻尾的个人利益。对洛克来说，一个个人主义的社会是符合"自然规律"的，国家的社会职责就是帮助人们积累个人财富。这究竟意味着什么呢？作者写道：

> 洛克就这么决定了现代人的命运。从启蒙时代开始，人类就只能在生产和消费所带来的尽情享乐中寻找他们的人生目的和意义。人们的需要和欲望、梦想和渴求，都被囿于对物质利益的追求之中了。*

若干年以前，赫伯特·马尔库塞把美国的蓝领和白领阶级描写为"单面人"。他写道："人们仅在他们的商品中认识自己。"人就变成了他们所拥有的东西。**

西欧多·罗沙克在为E.F.舒马赫《小即美》一书作的序言中也曾写道："在它（经济学）的数据下面，在人们目光不及之处，藏着许多对你我这样

---

* 见本书第一章。——译者

** 赫伯特·马尔库塞：《单面人》。波士顿，灯塔出版公司1964年版，第63页（上海译文出版社将出版中译本）。——译者

的人的基本假设——即对我们的需要、动机以及人生目的的假设。”他问道：“如果为了预先计划好的成功，它（经济学）就必须希望并祈祷人类永远不会变得崇高，而是注定成为除了赚钱、花钱，赚钱、花钱之外没有更好的事可做的贪婪的社会白痴的话，那么它算是什么科学呢？”

（三）

里夫金与霍华德在本书中还谈到了第三世界经济发展的道路问题。

作者首先认为，任何第三世界国家都不应该奢望达到近几十年来美国的物质丰富水平。占世界人口6%的美国人为了维持目前的生活水平，要耗费约三分之一的世界矿物资源年产量。因此我们即使完全重新分配了世界资源，西方化的发展在客观上也是不可能的。如果这种情况真的发生的话，环境的污染也会更加严重。《增长的极限》估计，如果2000年的70亿人民有象现在美国人一样高的人均国民生产总值，环境的污染总负荷至少会是现在的10倍。

任何头脑清醒的人都知道，在南北贫富差异

日益扩大的今天，经济的发展是第三世界国家的必由之路。在其它国家，特别是工业国家的经济继续增长的时候，"零的经济增长"只会使一个国家被排挤出国际市场。对第三世界国家来说，这种政策无疑是一张只会带来贫困和落空的处方。

作者提出，第三世界国家应该寻求适合自己国情的、不同于工业化西方的发展模式。第三世界国家劳动力十分丰富，因此它们在现代化的同时，不应该放弃劳动密集型的生产方式。不幸的是，许多国家正在利用新发现的财富走发达工业国家的道路。这些国家在工业化的同时，失业率大大提高，贫富差距加大，甚至出现了所谓"双重经济"。

这里就有一个什么是发展的真正定义的问题。以墨西哥的绿色革命为例，从1940年到1960年，墨西哥农业生产的平均增长率为每年5%。可是一个没有土地的劳动力，从1950年到1960年，平均劳动天数从194天下降到100天，他的实际收入从68美元减少到56美元。*

实际上，所谓发展，特别是第三世界国家的发

* 《增长的极限》第四章。——译者

展，远非仅仅是几个经济指标的增长而已。它包括了整个社会结构的现代化，政治机构、教育体系、卫生系统、分配体制的变革，也包括了社会成员的现代化。而所谓人的现代化，不仅体现在经济的增长方面，而且还体现在什么样的经济增长方面。

然而本书的局限性也是十分明显的。在提醒人们注意世界资源和能源的消耗日益增长的同时，作者也极其悲观地认为任何增长和发展都必然会导致能源的耗尽。作者用熵定律，甚至用“热寂说”而得出的人类历史是一个衰亡过程的历史观，更是值得商榷的。

作者在本书中虽常有惊人之笔，耸人听闻，但他们提出的问题则是全球性的，具有普遍的意义，可以发人深思。因此我们应该用马克思主义的思想方法来认真分析、探讨本书提出的这些普遍问题，从而找出适合我国国情的发展战略。

*　　　　*　　　　*

本书第一章至第四章由吕明翻译，第五章和第六章由袁舟翻译。

吕　明

1986 年 10 月

于复旦大学

目次

1 世界观

1.1 导　　言

我们每天都发觉世界比前一天更加杂乱无章。似乎一切都不再起作用了。世界已经不可收拾，我们总是在修修补补。我们的领导人在歔欷哀叹，在鼓舌辩解。我们每每以为能排难解纷，结果却总是事与愿违。当局日复一日救了燃眉之急，然而他们解决问题的方法又带来了比先前要解决的更重大的问题。

核电站事故不断发生，在汽车加油站人们往往为了汽油分配而开枪厮杀。通货膨胀成倍剧增，生产率与就业机会一个劲地猛跌，热核战争的危险与日俱增。终于，我们只想关上窗子，绝望地喊叫："为什么不想个法子来治一治！"我们责怪石油公司，责怪政府的经济顾问，责怪工会，责怪知识分子，凡有一点干系的人们都在责怪之列。而困境依然每况愈下。

我们的周围到处是堆积如山的垃圾，无处没有污染，从地面冒出来，在江河里渗透，在空气中滞留。它刺痛了我们的双

眼，使我们的皮肤变色，肺功能衰退。我们唯一的解决办法就是闭门不出。

无论去哪里我们都会排起长队或被挤进一角。一切都在不断加速，而一切却都又毫无进展。我们陷入了泥潭，社会陷入了泥潭。我们突然间暴躁万分，管它面前是什么，跨过去，让世界去乱套吧。

有人说其它地方也好不了多少，这话倒也不无道理。看一看其它的工业社会，我们发现，虽然情况有好有坏，但是无论是社会主义还是资本主义，都犯了同样的毛病。同一种不可抗拒的分崩离析的力量在吞噬着我们，无一例外。

既然世界正在土崩瓦解，那我们就应该看一下这个世界究竟是如何构成的，因为这才是症结所在。为一个普遍存在的问题而责备个别的领导人或个别的意识形态，那是十分愚蠢的。当然，领导人、意识形态有好有坏，但我们当今这个星球上不可能有哪一个领袖人物，哪一种个别的意识形态能解决普遍存在的危机，因为他们都囿于现行的同一种世界观。这种世界观是不健全的，垂死的，并在腐蚀它所创造的一切。

1.2 世　界　观

有史以来，人类一直觉得有必要建立起一个组织生命活动的参照体系。建立一定体系来解释人类日常生存的情况和原由，这种必要性始终是每个社会最基本的文化成分。某一社会特定世界观最引人入胜之处，莫过于这一世界观的信奉者多半不能察觉到这种世界观是如何影响他们的行为以及

他们对周围世界的认识。一种世界观的成效在于它从人们孩提时代起就对他们潜移默化，从而达到不言而喻的程度。

绝大多数美国人都相信，人类知识与技术的不断积累能使世界逐渐达到更有价值的状态。我们还相信人是作为独立的个体而存在的，自然界有它的规律，科学观察是客观的。人们总是想拥有私有财产的，而人与人的竞争是经常发生的，如此等等。这些信念其实都称为"人类天性"的种种表现，因此是不可改变的。这些当然都不是人类天性。其它历史时期的其它社会与文明会根本无法理解某些我们称之为人类天性的东西。这就是世界观的力量。它在我们对现实的认识上打下了深深的烙印，因此我们不能想象还有其它什么认识世界的方法了。

我们现代的世界观大约是四百年以前形成的，尽管此后得到了极大的提炼与修正，但许多方面仍保持了它的雏形。我们生活在十七世纪牛顿机械论世界模式的影响之下。下一章我们将要仔细地讨论这个模式。虽然很少有人能自如地解释牛顿力学复杂的内在要素，但它对我们的一举一动有着很大的影响。

然而在今天，一种新的世界观即将诞生，它最终将作为历史的组织机制取代牛顿的机械论世界观，这就是熵的定律，它在今后的历史时期中将成为占统治地位的模式。阿尔伯特·爱因斯坦誉之为整个科学的首要定律；亚瑟·爱丁顿爵士*则把它称作整个宇宙的最高的形而上学定律。熵的定律就是热力学第二定律。热力学第一定律告诉我们，宇宙中的物质与能

* 亚瑟·斯坦利·爱丁顿(1882—1944)，英国天文学家。对恒星内部结构有重大发现，对广义相对论也有一定贡献。——译者

量是守恒的，既不能被创造也不能被消灭。它们只有形式的改变而没有本质的变化。热力学第二定律即熵的定律告诉我们，物质与能量只能沿着一个方向转换，即从可利用到不可利用，从有效到无效，从有秩序到无秩序。热力学第二定律实质上就是说宇宙万物从一定的价值与结构开始，不可挽回地朝着混乱与荒废发展。熵就是对宇宙某一子系统中由有效能量转化而来的无效能量的衡量。根据熵的定律，无论在地球上还是宇宙或任何地方建立起任何秩序，都必须以周围环境里的更大混乱为代价。第二章里我们将要详细解释熵的定律。

我们已经有了一些简单观察，这些观察读者只能盲目接受，至少在对流行的世界观作一个彻底剖析，并对新的熵的模式的、隐藏的诸要素作认真探索之前，只能是这样。熵的定律摧毁了历史是进步的这一观念。熵的定律也摧毁了科学与技术能建立起一个更有秩序的世界这一观念。实际上，它具有说服力地超越现代的世界观。这个势头与当时牛顿机械论世界观取代中世纪罗马基督教世界观时的那种劲头极其相似。

熵定律将使我们渐渐懂得现存世界观到底为什么已经分崩离析。处在哺育我们的旧模式与正在出现的新模式之间的我们这一代，将会因为我们竟会相信显然是荒谬的原理而惊讶不已。我们将毫无准备地闯进熵的新模式，感到非常不习惯，仿佛到了异国他乡。由于不能彻底摆脱我们原有的世界观，我们就得象学习第二语言那样逐渐接受熵的模式，绝不可能完全习惯这种新的世界观，也永远不能把它充分诉诸日常生活。但它对我们孙辈就会象第二天性一样。他们这一代将会不假思索地按照这个世界观来生活。正如我们长期以来不能意识到牛顿力学对我们的影响一样，他们也察觉不到

熵的世界观对他们的影响。

世界各地的学者们正在描绘出这个新的熵的模式的大致轮廓。在短短几年内，熵的新概念将会引起各门科学日新月异的变化。有人会企图把熵的定律移植到现存世界观上去，这是枉费心机。政治家们在谈到能源、裁军等问题时，也将强调它的重要性。神学家们将从这个新的世界观出发，对《圣经》作出新的解释。技术人员会误认为熵是可被精确度量的，从而提出解决问题的新办法。经济学家会争先恐后地提出新的经济理论，使之适应熵定律的真理。心理学家与社会学家将以熵定律为背景来重新思考人类本性。所有这一切将在今后几年内发生，而且事情还不止这些。即将发生的变化是那么纷繁，对于今天在我们内部诞生的那个世界，谁也说不出个究竟，只能是一点皮毛而已。

当然也会有一些顽固不化的人，拒绝承认熵定律将是物质世界的最终定律。他们会坚持说熵的过程只适用于有限的场合，而将它推而广之应用到整个社会，那只是在作个比喻。这种看法显然是十分错误的。热力学定律为世界上一切物质活动的开展提供了整体的科学框架。用诺贝尔化学奖获得者弗雷德里克·索迪的话来说，热力学定律"最终控制着政治制度的兴盛与衰亡，国家的自由与奴役，商务与实业的命脉，贫困与富裕的起源，以及人类总的物质福利"。人类所参与的每一项物质活动都受着热力学第一、第二定律的严密制约。

然而我们必须强调熵定律只涉及物质世界。物质世界的万物都是有限的，一切生命新陈代谢，最终归于死亡。熵定律虽然统治着时空的横向世界，但在纵向的超然精神世界里，它就销声匿迹了。精神世界并不受熵定律的专制统治。精神

世界是一个非物质的范畴，它无际无涯。物质世界与精神世界的关系，就是部分与整体之间的关系：部分在无边无际的整体中展开。熵定律制约着物质的时空世界，却反过来又受着孕育这一定律的原始精神力量的制约。

一个文明社会如何组织它的物质生活，以及它对物质生活的重视程度，决定了它追求精神文明的条件。一种世界观如果过分沉溺于物质生活的追求，就自然不利于整个民族的超然精神生活。相反，如果人类文明不是过分注重物质世界，那么人类作为一个整体就能更自由地超越于物质桎梏，与深邃而又无所不在的精神世界统一起来。

因此，热力学定律制约着物质世界。人类为了组织起自身物质生活而与这些定律建立起来的相互关系，将直接影响到人类精神历程的畅通或阻塞。要理解人类精神生活的物质基础，人类必须彻底了解熵定律。

为什么在历史的某一特定时刻与环境里会出现某一特定的世界观，历史学家和人类学家对此总是心驰神往的。我们认为，人类环境的能源条件决定了正在脱颖而出的世界观的大致结构。在证实这一点之前，让我们先脱开身来，仔细地看一看几百年前我们的世界观是如何形成的。

1.3　古希腊与历史的五个时代：循环与衰亡

柏拉图、亚里士多德以及古希腊其他的先哲们确实不是愚人，那么，我们如何才能理解他们的历史观竟与我们的历史观截然相反这一事实呢？古希腊人认为历史是一个逐步衰

亡的过程。古罗马的贺拉斯也认为"时间磨灭了世界的价值"。贺拉斯自然无缘了解热力学的第二定律，然而他的诗句却一语道破了熵定律的真谛。希腊神话把历史划分为五个时代，一个比一个退化和粗俗。照希腊历史学家海西奥德*的说法，五个时代为：黄金时代，白银时代，青铜时代，英雄时代和铁器时代。黄金时代是历史的顶峰，是富饶与满足的时代。

> 鸿蒙初辟之时，奥林匹斯山上诸神缔造了黄金般的生灵……他们象神一样地生活，无忧无虑；没有悲伤，没有劳顿。等待着他们的不是可悲的衰老，而是永葆的青春。他们欢宴终日，不知罪恶之骚扰。死亡之到来一如睡眠之降临。他们拥有一切美好之物，富饶而又慷慨的大地向他们奉献源源不断的丰收。在一片莺歌燕舞中人们和睦相处。

海西奥德的这种黄金时代在托马斯·霍布斯**这样的人看来，不过是一个神话故事而已。霍布斯认为人类的初始阶段是一个"孤独，贫困，肮脏，残酷和短暂的事件。"然而当今的人类学家却反而更倾向于海西奥德对人类早期历史的理解。人们对所剩无几的狩猎-采集型社会的研究证实了海西奥德的大部分说法。那些坚信人类历史是从原始的辛苦劳作进化到二十世纪美国的悠闲舒适的人们，只要读一下对非洲丛林人与其它狩猎-采集型社会的详细研究，一定会大吃一惊。

---

* 海西奥德，公元前八世纪希腊诗人，著有《工作与时日》等诗篇。——译者

** 托马斯·霍布斯（1588—1679），英国哲学家。他在《列维坦》一书中提出人是生来自私的，只是为了防止无政府状态才达成了社会契约。——译者

我们这些现代人因为每周只需工作四十小时，而且每年又有两、三星期的假期而沾沾自喜。但是绝大多数狩猎-采集型社会成员会觉得这样的生活简直无法忍受。当代的狩猎-采集型社会的成员实际上每周工作还不到十二至二十小时，而且每年少则数周，多则数月根本不干活。他们有更多时间来进行各种娱乐活动，包括游戏，体育，艺术，音乐，舞蹈，宗教仪式和探亲访友。与一般人的看法恰恰相反，对世界上还存在的狩猎-采集型社会的研究表明，他们有些人也是世界上最健康的人。他们的食物十分有营养，许多人象非洲丛林人一样在根本没有现代医学帮助的情况下，能活到六、七十岁。很多狩猎-采集型社会十分重视合作与分享，彼此之间，甚至与外部民族也很少有战争或侵略行为。

照海西奥德的说法，当潘朵拉打开了罪恶之盒的时候，黄金时代就忽然结束了。从那时起每个时代都比前一个时代更加粗俗、严酷。希腊神话中的最后时代是铁器时代。海西奥德在公元前八世纪写道：

> 接踵而至的是铁器时代。人们日间辛苦劳作，夜间则受尽侵害，不得安宁。父亲与子女离心离德，主人与客人反目为仇，友朋之间尔虞我诈。……父母迅速衰老，受尽耻辱……光明磊落、恪守信用者不得重用，骄横行恶之士反而见宠。正义为暴力所压倒，真理不复存在。

古希腊人认为上帝创造的世界虽然完美，但不是不朽的。它包含着衰亡的种子。在历史过程中，黄金时代那种完美的

秩序在以后的时代里不断衰亡，直到宇宙处于极度的混乱。这时上帝只得出面干涉，重新恢复原来那种完善的秩序，于是一切都周而复始。古希腊人认为历史不是一个不断进步、日臻完善的过程，而是一个从秩序井然到混乱无序的不断的循环。

这种把世界看成是不断衰亡、周而复始的历史观，深刻地影响了希腊人社会结构的观念。柏拉图与亚里士多德都认为变化最少的社会秩序才是尽善尽美的社会秩序。他们的世界观里根本没有持续变化与增长这些概念。说到底，增长并不意味着给世界带来更大的价值或秩序，而是适得其反。如果历史的确是一个原来完好的秩序不断衰亡，原来有限的财富不断耗尽的过程，那么最理想的情况就是把衰亡的过程尽量减慢。古希腊人把更大的变化与增长同更大的衰亡与混乱联系在一起。他们的理想就是把一个"变化"尽量少一些的世界传给后代。

1.4 基督教世界观

如果你不介意的话，我们让时光倒流，让你坐在一位中世纪基督教时代的农奴面前。现在，十三世纪离我们并不遥远，离封建社会也只隔了几十代人的时间。你实际上会发现这个世界的很多东西并不陌生。在英国，一批批学生已从剑桥大学毕业，史诗《贝奥伍夫》* 亦已问世。人们的语言虽然有些难懂，但毕竟已属英语无疑。然而你会发现即使没有语言障碍，

* 《贝奥伍夫》(Beowulf)是创作于八世纪的英国史诗。——译者

你与那位农奴除了天气之类的寒暄之外，也没什么可谈的。那是因为你也许对他的生活感兴趣：他有哪些生活目标？想对世界作些什么样的贡献？他想如何改变自己的命运？想给后代留下什么样的财富？他有什么样的幸福观与道德观？你甚至希望探索他的精神世界，想了解他的个性，以及他的自我意识的问题。

你自然不能期待他会有多大反应。其实，如果他的眼睛里只会露出一种茫然的表情，那并不是因为你的问题高深莫测，也不是因为他头脑愚钝，不能与你交流思想，而是因为他的生活观、历史观及对现实的意识与我们的观念完全是风马牛不相及的。

整个中世纪中一直在西欧占统治地位的基督教世界观，把现世生活看作是进入来世生活之前的一个过渡阶段。基督教世界观虽然摈弃了古希腊历史是循环往复的观点，却仍然认为历史是一个衰亡的过程。基督教神学把历史划为开始阶段、中间阶段与终结阶段，分别表现为创世、赎罪和最终审判。虽然人类历史的发展是直线的而不是循环的，但它却不会朝着一个完善的境界发展。相反，基督教的世界观认为历史是一场斗争，在这场斗争中罪恶的力量不断在尘世播下混乱与分崩离析的恶种。

另一个同样重要的概念是原罪。这个概念排除了人类不断改善其命运的可能。实际上人类创造历史、改造历史的观点在当时纯属无稽之谈。在中世纪的人们看来，这个世界天网恢恢，上帝控制着每一件事情。基督教的上帝是个人的上帝，他干预我们生活的一切方面。世界的何去何从完全是上帝的旨意。创造历史的是上帝而不是人。

世上并没有什么个人的目标，谁也不想追求什么抛弃什么。但上帝的旨意必须得到忠实的执行，这才是最重要的事情。历史学家约翰·兰道尔指出，对中世纪基督徒来说，“任何事情本身无关紧要，它必须服务于人的天路历程。”每项行动，每一件发生的事件，都与“上帝的神圣计划”紧密相连。

基督教世界观描绘了一幅统一的、无所不包的历史图景。在这个宏大的神学统一体中，个人是没有任何位置的。把中世纪生活的历史结构连接并统一起来的，是人的责任与义务，而不是自由与权力。与古代希腊一样，中世纪的历史观不是增长与物质利益的历史观。人生的目的不是“取得成就”，而是为了救世。为了达到这个目的，社会被看成是一个有机整体，一个受神驱使的道德有机体，每个人都在其中尽他的天责。

1.5 现代世界观的产生

有史以来有多少教授作过学术报告，有多少学生不得不听完这些报告，那是无法弄清的，然而真正载入史册的却是凤毛麟角。巴黎大学的历史教授雅克·吐尔古就是这么一位出类拔萃之辈。1750年的一天，他步入了巴黎大学的一个教室，取出了讲稿，并用拉丁文宣读了一篇由两个部分组成的关于新的历史观的论文。他的论文对柏拉图、亚里士多德、圣保罗、圣奥古斯丁以及所有古代与中世纪的知识巨人提出了责难。在他读完论文，把讲稿放回提包时，他已经改变了整个世界历史的结构。法兰克·马纽尔评论道，吐尔古的演讲“创造

了一个崭新的包括从远古到现今的世界历史观，并构成了现代第一个发展思想的重要雏形”。

吐尔古既驳斥了循环往复的历史观，又批判了历史是不断衰亡的观点。他尖锐地指出历史是直线发展的，而且每个阶段与其前身相比都是一个进步。吐尔古说历史是一个累进的过程。他与强调静止的古希腊哲学家以及罗马教会的神学家们大唱反调，第一次肯定了不断的变化与运动。吐尔古也承认进化过程是不平衡的，有时甚至会出现停止和倒退。而他却坚信历史呈现出一个向美满的现世生活发展的总趋势。这是多么大胆的想法！然而他既没有被大学扫地出门，教会当局也没有宣布他的学说为异端，这就说明吐尔古的同时代人已能接受他的观点了。在十三世纪卡尔特大教堂*的建造到1750年这次出色演讲之间的这段日子里，欧洲人的思想已经发生了翻天覆地的变化。这个变化就是现代世界观的发展。这个世界观的逐渐发展、成熟的过程即是你我继承下来的这个世界的逐渐发展、成熟的过程。

尽管我们不能察觉，但我们的思想、行为与感觉方式能被追溯到当时那些零星的思想中去。正是那些零星的思想，在那些演变的年代被编织成为一种历史模式。具有讽刺意义的是，只是在现在，当这种模式开始磨损剥落的时候，我们才真正看清了现代世界究竟是由什么构成的。

---

* 卡尔特大教堂位于巴黎西南88公里，是哥特式建筑的典范。——译者

1.6 机器时代

我们生活在机器的时代，精密、速度与准确是这个时代的首要价值。我们遇事总是要问："它跑多快?" 或者，"你去那里要花多少时间?"对某件事情的最高赞扬就是说它计划完美，运转自如。我们喜欢铝、钢和克罗米金属抛光，而发动机和启动开关成了我们最高的美的享受。我们的世界是一个滑车、杠杆与轮胎的世界。工余闲暇时间我们津津有味地在各种机械玩意上敲敲打打。上班时间，我们又整天忙于调节着精密仪表和监视器。我们用一种叫时钟的机器来调节日常生活，用一种叫电话的机器来交流思想。我们用计算器、电子计算机和电视机来帮助学习，我们用汽车、飞机旅行，我们甚至用机器来看东西，那就是电灯。机器成了我们的生活方式与世界观的混合体。我们把宇宙看成是伟大技师上帝在开天辟地时启动起来的一台巨大机器。它的设计完美无缺，以致它能够"运转自如"，决不会错过哪怕一个节拍。它是如此可靠，以致可以对它的运行预测到任何精度。

我们在宇宙中观察到的精确程度使我们惊讶不已。我们于是就企图在地球上重现这种光辉。对我们来说历史即是一项持续的工程实验。地球是一个堆满各种零件的巨大五金仓库，我们的任务就是把这些零件装配成一部能够运转的机器。我们任重而道远，永远有新的设计方案要考虑，永远有新的任务要完成。我们必须不断地重新安排各个部件，扩大工作程序。于是进步就必须"适应"完善整部机器的需要。松散的

环节必须重新协调起来，缺陷必须消灭，机械程序必须渗透生活的每一个方面。这就是我们时代的历史模式。我们生活在机器的专制之下。虽然我们很乐意承认机器对我们物质生活的重要性，然而我们对于机器深深地侵入我们生存的内核却不很乐观了。

机器的影响在我们的内心已经根深蒂固，以至我们已很难把机器与我们自身区分开来。甚至我们说的已经不再是我们自己的语言，而是机器的"声音"。我们"衡量"与他人的关系时，看的是我们是否与他们"同步"。连我们的感情也被看成是有利或有害的"振动"。我们不再是活动的主动者，倒成了"启动器"。我们避免"摩擦"，成了"调谐器"，不再主动去注意。人们的生活或者叫"正常"，或者叫"故障"。如果是出了"故障"，当然希望能很快排除，或者"重新调节"。

1.7 机械论世界观的大师

每一种世界观都有它的建筑师。他们绘出蓝图，而我们则按图索骥。机器时代的蓝图是在画了很多草图之后才被最后确定的。到了十八世纪的中叶，机械论模式的诸要素已被精心综合成了一个统一体。人们已为迎接机器时代作好了充分准备。机械论世界观的形成要归功于弗兰西斯·培根、勒奈·笛卡儿和伊萨克·牛顿。整整三百年过去了，但我们仍然离不开他们的思想。

弗兰西斯·培根给了古希腊世界观狠狠的一击，从而为机械论模式奠定了基石。他那部出版于1620年的《新工具

论》是一篇宣传杰作。培根把柏拉图、亚里士多德与荷马的全部著作贬为"有争议的学问"。他斥责希腊人"象孩子一样荒唐；他们终日清谈，却一事无成。他们的辞藻充满了睿智，然而他们的智慧却毫无建树"。培根仔细思考了古希腊世界观后下结论说，尽管古希腊的世界观虚张声势，它却从未"进行过任何一项旨在改善人类生存条件的实验"。培根用一种与众不同的目光看世界，他不愿坐在一边冥思冥想自然的奥秘。他想找到一种途径来征服自然。在古希腊人看来，科学只是用来探索世界万物之所以然的；培根却试图建立一种用于知其然的科学。"所有科学的真正正当目标，应该是赋予人类以新的发现与力量。"

培根《新工具论》的一些章节读起来象今天的办公室备忘录，而不是一篇经典哲学论文。我们谁没有听过自己的上司喋喋不休地要我们现实地而不是照自己的爱好去看问题呢？这位上司也许自己也不甚明白他是在引用弗兰西斯·培根的话。培根告诫说要"按世界的本来面目，而不是按我们理智的意愿，在人类认识中建立起一个真正的世界模型"。他还认为，一个认识世界的新方法已经出现，它能"大大开拓人类帝国的疆域，并将是无所不能"。培根所说的这种新方法就是我们现在所说的科学方法，它将观察者与被观察的世界隔离开来，并提供了一个能发展所谓"客观认识"的中性的场所。培根认为客观认识能使人类"驾驭自然万物——包括人体、医药、机械力量等等一切"。

培根是现代第一个讲究实际的实用主义者。下一次你听人说"尽量客观一些"，或者"证明一下看"，或者"我要看看事实"之类的话，就想一想弗兰西斯·培根说的话。他用自认是

组织世界的更合适的思想，在1620年开了实用主义的先河。

培根刚刚打开通往一个新的世界观的大门，数学家勒奈·笛卡儿就对这一新世界观提出了进一步的设想。紧接着伊萨克·牛顿又带来了让现代科学开张营业的一切必要工具。

笛卡儿并非谦谦君子。他的思想十分敏捷，他的传记作者们告诉我们，一天他迫于寒冷闭户不出，可就在这时他豁然开朗：认识世界、探索它的一切奥秘，并使之为人类服务的关键可以归纳为两个字：数学。

> 我苦思冥想，终于悟出了万物都可归结为数学的道理。数学探讨的是秩序与度量，而无论是数字，图形，星座，声音或是其它任何事物，都有一个度量的问题。我从而认识到，一定有一门概括性的科学来整体地解释这种引起秩序与度量问题的现象。我发现这门科学即是广义的数学。这样一门科学应该包含人类理智的精华，它的范围应该包括每门学科可靠结论的取得。

笛卡儿提出了一个论点，这个论点后来成了机械论模式中的一个最为重要的公理："坦率地说，我坚信它（数学）是迄今为止人类智慧赋予我们的最有力的认识工具，它是万物之源。"就这样，笛卡儿成了第一位笃信机械论世界观的"真正信徒"。他还迫不及待地宣传了他的发现。到1650年他去世前，他的数学的自然观已经被欧洲最出色的知识分子广泛接受了。

笛卡儿成功地把自然界整个地转化成了运动中的简单物

质。他把质量完全变成了数量，并充满信心地宣称世界上最重要的只有空间与地点。他说："给我空间与运动，我就可以造出宇宙来。"笛卡儿的数学世界无色、无味、无臭，它滴水不漏，天衣无缝。说到底，还有什么比代数与几何学更加整齐规矩呢？数学代表彻底的秩序，而心有灵犀的笛卡儿一举消灭了任何有零乱、混杂和活生生的嫌疑的东西。在笛卡儿的世界里，万物各得其所，相互关系十分和谐。世间一切都精确无误，不存在任何混乱。

古希腊人认为历史是逐渐展开的混乱与衰亡的观点不符合数学规律，因而是属于谬误的。基督教世界观也不见得好多少。要是有个作为个体存在的上帝时时干预日常生活，那么一个人怎么还能准确无误地懂得自然界万物的运行呢？要成为一种世界观，机械论模式必须首先是完全可以预测的。它决不能容忍一个能在任何时候随心所欲地改变万物运行规律的神的存在。就这样，上帝被巧妙地请出了舞台。人们起初还没有涉及宇宙舞台的其它活动，于是把他当作一个设计并启动了世界机器的至高无上的数学家歌颂了一番。最后人们就压根儿把上帝忘记了，因为后来的人完全醉心于这个新建立的模式所赋予他们的力量了。

如果说笛卡儿给了人类一个"信念"，即他们能够揭示世界的奥秘，成为世界的主人，那么，牛顿则提供了得以完成这个任务的工具。牛顿发明了描述机械运动的数学方法。他声称同一个定律能解释行星运转也能解释树叶落地的方式，并称："自然界的所有现象都可能产生于某些力；出于一些我们迄今还不了解的原因，这些力驱使一些物体颗粒互相吸引并以一定图形相聚，并使另一些颗粒互相排斥。"牛顿的三大定

律告诉我们："在没有外力作用的情况下，静止的物体仍处于静止；运动中的物体作匀速直线运动；物体的加速度大小与作用力成正比，方向与作用力方向一致；每一个作用力都产生大小相等、方向相反的反作用力。"牛顿的数学研究方法发表后不久，就成了所有主要大学的课程。他的名字在欧洲家喻户晓。1727 年他去世时，英国还为他举行了皇家葬礼。

机械论世界观只以运动中的物体为研究对象，因为运动中的物体是唯一可以用数学来衡量的东西。这是一个机器的，而不是人的世界观。机械论模式的建筑师们把万物的质从它们的量中分离出来并排除在考虑之外，从而使他们的世界变成了一个完全由没有生命的物质组成的冷冰冰的世界。从一个纯物质世界到一个物质至上的世界，仅一步之遥。我们下面还要谈到这一点。

阿尔弗雷德·诺斯·怀特海* 对牛顿世界机器的历史模式的局限性作了极为有力的抨击。他在指出力学只研究运动物体的时空关系时，对学生们说：

> 一旦你们弄清了……时空中的某一特定位置到底指的是什么时，你们就完全可以把某一特定物体对时空的关系说成是它就存在于那个位置；而且就简单的地点而言，这问题上已经没有什么文章好做的了。

---

* 阿尔弗雷德·诺斯·怀特海(1861—1947)，英国数学家与哲学家。他反对实证的和反宗教的科学，并企图建立一种同样重视宗教体验与二十世纪物质学、社会学的现代哲学。——译者

然而机械论世界观却是不可抗拒的。它简单明白，可以预料，而且最主要的是它行之有效。现在似乎终于有了一个人们寻找多年的对宇宙运行的解释。万物确实有一定的规律，而这个规律又是能被数学公式与科学观察来证实的。然而当欧洲的学者们观察他们周围的日常生活时，他们不明白为什么人们的日常生活竟是那么杂乱无章。人们乖僻的行为，管理与经济中的弊端，都似乎使培根、笛卡儿与牛顿对世界井然有序的力学解释难以自圆其说。这个麻烦很快就解决了，如果社会运行失常，那只能怪它没有严格按照支配宇宙的自然规律来行事。

人们该做的事情现在已经十分明了，应该搞清自然规律是如何适用于人类社会的，并按这些规律行事。这当然是一个漫长而又艰巨的过程，但已经不是不可能的了，因为宇宙的规律已被人认识。同时这个努力又是十分值得的，因为人类最终将得到一个秩序井然的世界。人类生活有了一个新目的。中世纪那种为了来世而赢得拯救的生活目标已经过时，而追求现世生活的完美已成为人类生活的新目标。人们把历史看成是不断进步的过程，它把社会从杂乱无章的状态带到了牛顿的机械论世界观所阐述的井然有条、准确可靠的状态。

有两个人立刻开始寻找这些普遍规律与社会运行之间的关系。约翰·洛克把政府和社会的活动同世界机器模式联系了起来。亚当·斯密则在经济领域里进行了同样的努力。

使本来让人捉摸不透的自然界变得可以理解的力学模式，给洛克和同时代的许多知识分子留下了深刻的印象。然而他却问道：为什么人类活动却是如此没有规律呢？他的结论是：社会的自然规律之所以没有被遵循，是因为人们把社会

秩序建立于非理性的传统和习俗之上，这些陈规陋习来源于多年来一直盛行的神权统治。洛克以理智为武器，开始探寻社会的“自然”基础。他迅速断言宗教不能被作为社会的基础，因为上帝就其定义而言就是不可知的。我们怎么能用不可知的东西来作为治理的基础呢？洛克公然与以往的哲学大师分道扬镳。他争辩说，宗教虽然可以合情合理地成为个人私事，但却不能成为公共事务的基础。

正如培根把上帝驱逐出了自然界那样，洛克把上帝驱逐出了人类舞台，从而他在宇宙中只有人类作伴了。人类不再是受上帝驱使的有机体的一个部分。男男女女就这样遭受到了培根、笛卡儿和牛顿让自然遭受的同样命运，沦为在冰冷的机械的宇宙中与其它支离破碎的物质发生关系的纯物理现象。那么，人们应该在什么样的基础上建立社会秩序呢？为此，洛克提出了一个至今还统治着现代世界观的论点。他认为一旦我们能够穿透陋习与迷信，我们看见的就是一个完全由为自身生存而奋斗的个人组成的社会；这个社会有一个，也只有一个目的，就是保护社会成员的私有财产。用洛克的话来说，彻头彻尾的个人利益，成了建立社会的唯一基础。洛克认为社会之所以名正言顺地发展成了实利主义和个人主义的社会，是因为理智告诉我们这是自然规律。根据自然规律，每一个个人都应该履行作为一个社会原子所应尽的责任，从事职业，工作终身，努力积累个人财富。这里谈不上有什么价值观的判断，个人利益就是社会的唯一基础。

在洛克看来，政府的神圣职责就是给予人民运用他们所获得的征服自然的能力去创造财富的自由。因此从洛克的时代直到今天，国家的社会职责就是帮助人们征服自然，获得能

满足他们需要的物质繁荣。洛克宣称："对自然的否定，就是通往幸福之路。"必须把人们"有效地从自然的束缚下解放出来。"

然而对私有财产的无止境追求会不会引起人与人的互相残杀，最后使社会的一部分成员沦为财富积累过程的牺牲品呢？洛克认为不可能，因为人类就其本性而言是善良的，使人为恶的只是匮乏和贫困。既然聚财是人类本性，那么只要不断增加社会财富，社会就能永保平安。人们可以化干戈为玉帛，因为大自然中"仍有着取之不尽的财富，可让匮乏者用之不竭"。人们可以为所欲为，因为他们之间并没有利害冲突。就这样，洛克成了宣扬无止境的增长与物质财富的哲学家。

然而个人能获得的财富真的就毫无止境了吗？从亚里士多德到阿奎那，毕竟有很多哲学家都指出过，到了一定程度，财富就成了幸福的障碍了。洛克却不以为然。他承认，原始人确实只能从自然的宝藏里获得有限的财富。如果一个原始人想享用他那有限能力所赋予他的财产，那他就会损害或者剥夺社会其他成员积累财富的机会。然而在一个建立在理智基础之上，并以货币为交换媒介的国度里，无止境的财富积累是可以允许，甚至是十分自然的，因为这就是金钱的目的。既然金钱不会误事，那就多多益善。很明显，一部分人会比其他人更加富裕，但那也是十分自然的，因为这个世界本身就是"为勤奋与明智者服务的"。善用心智者将受益无穷。

洛克并不到此为止。他认为拥有财富（即从自然界获得的价值）是社会权利，而创造财富更是社会责任。洛克的类似于现代环境主义者的恐惧将是这样的："听命于自然的土地……确实只是一片荒原。"只有把劳动投入自然使其能创造财富之时，自然才获得了价值。

通过劳动把土地占为已有的人，不仅没有减少，而且反而增加了人类共同财富。因为1英亩被私人圈入开垦的土地所生产的人类生活必需品，10倍地丰富于1英亩同样肥沃但无人占有和照料的土地的产物。因此，如果有一个人把土地圈为已有，从而在10英亩的耕地上得到了比他从100英亩荒地上所能得到的还多的财富，那么他就等于向人类奉献了90英亩的土地。

这就是所谓"利益扩散理论"(个人财富积累越多，整个社会得益就越多)的早期形式，洛克以这个理论为依据，宣称个人应该"尽量地积累大量的耐久物品(如金银之类)；个人正当财富之过分不在于太多，而在于不能充分利用其财产"。

如果从今天生态学的角度来看洛克的观点，那么我们难免会惴惴不安，因为洛克不给地球上每条河流安上水坝，不让每个自然之谜一览无余，不把每座高山敲成碎片榨出石油，他是不会罢休的。洛克的唯生产力论和唯物论观点如此刻板，以致他把美洲印第安人斥为生活在世界上最富饶的土地上，却懒散终日，不愿开发他们财富的人，"在那里，辽阔富饶土地的君主，其衣食住行还不如一个英国的普通劳动者。"

洛克就这么决定了现代人的命运。从启蒙时代开始，人类就只能在生产和消费所带来的尽情享乐中寻找他们的人生目的和意义。人们的需要和欲望、梦想和渴求，都被囿于对物质利益的追求之中了。

与洛克一样，亚当·斯密对机械论世界观推崇备至，并决

心建立起一种经济理论来反映牛顿模式的一般概念。在《国富论》一书中，亚当·斯密写道，就象按一定规律运行的天体一样，经济学也有一定的规律。如果按经济规律行事，经济就将得到发展。然而政府的规章制度以及它对经济的控制，都是用极不自然的手段指导经济生活，违反了万世不易的经济规律。因此市场不能得到应有的迅速扩大，生产力也受到压制。也就是说，任何用以指导"自然的"经济力量的社会企图，都是有损于效益的。对亚当·斯密来说，效益是他奉行的格言。

亚当·斯密宣称，如果我们仔细研究一下经济学的自然规律，我们就会得出以下这个必然结论：最有效益的经济结构是放任主义的经济结构，即让一切都不加干涉，人们可以为所欲为。亚当·斯密与洛克如出一辙，坚信人类活动的基点是物质的私益。既然人不为己天诛地灭，那么社会就不应该妨碍他们追求物质利益，谴责他们的自私自利。相反，我们应该实事求是地承认，人们满足自己需要的欲望其实是一种能使他人得益的美德。只有通过个人的自私活动，才能化贫乏为富庶：

> 每一个人都在不断经营，使他的资本得到最为有利的使用。他关心的确实是他自己的利益，而不是社会的利益。然而对自己的利益深思熟虑之后，他自然也必定会作出一个同时也有利于社会的选择。

就象洛克在论及社会关系时所做的那样，亚当·斯密明确无误地把道德这个概念从经济学里剔除了出去。任何把道德强加于经济之上的企图都妨碍了那只"看不见的手"。所谓

“看不见的手”指的是制约着经济活动过程，自动调节资金投资、就业、资源和物资生产的自然规律。人们尽可以绞尽脑汁去理解这个规律，但对这只看不见的手的活动，他们却无可奈何，就象他们无力控制万有引力定律一样。既然这个控制着合乎情理的市场的“自然”力量具有最大的效率，那么，最理想的生财之道就是明智而又贪财的个人之间完全自由的贸易和竞争。因为经济学梦寐以求的，就是一个不断扩大的市场，那么对于任何能够带来增长的行动我们都应该鼓掌欢迎。

亚当·斯密认为人们追求物质利益时从本质上来说都是以自我为中心的。他的理论把人类的一切欲望都降低到以满足生理需要为目的的那种对物质财富的追求。没有任何道德选择可言；只有蝇营狗苟的人们在作着功利主义的判断。

培根、笛卡儿、牛顿、洛克和斯密都是机械论世界观的伟大普及者，其他许多人不过是他们的继承者。然而，他们的基本观点流传至今。这些基本观点可以用几句话来概括。首先，宇宙间有一个可以在天体的运行中观察到的精确的数学规律。令人遗憾的是，开天辟地之时万物处于一派混沌之中，因此必须在我们这个世界上建立起宇宙其它地方呈现出的井然秩序。现在的问题是如何安排自然万物，使之反映出宇宙间呈现出的秩序。答案是以最有利于人类追求物质利益的方式来安排自然。这个宏伟的新模式的逻辑结论就是：我们积累的物质财富越多，世界就必然越有秩序。被认为能带来一个井然有序的世界的物质财富的不断积累，就成了进步的同义词。而科学技术就是履行这个使命的工具。这些就是机械论世界观的基本观点。

机械论的世界模式在历史上并非没有遭到一些人的批

评，他们在各个领域对它进行了毫不留情的嘲笑与攻击。也有人对这个模式的不少观点作了一些修正。然而当我们重温笛卡儿、洛克和斯密的著述时，我们还是不禁为他们的现代口吻而惊讶万分。每当我们听到当代的企业家、政治家和科学家就某个重要问题发表意见时，我们仿佛觉得他们的讲稿似乎是那几位早已作古了的思想家捉刀代笔的。因此如果我们的某些领袖的见解和想法越来越脱离现实，不见得能解决多少当代社会所面临的问题，那也就不能唯他们是问。如果一定要归咎于谁的话，那么笛卡儿、洛克和斯密之辈至少要负一部分责任。因为毕竟我们运用的是他们的思想和方法论。

机械论世界观取得最为辉煌的胜利，是在查理·达尔文1859年发表《物种起源》之后。达尔文生物进化理论的成就，比起牛顿在物理学领域的建树来毫不逊色。它本来完全可以后来居上，挤走机械论世界观成为一种崭新的社会组织原则而独树一帜。然而这一切不仅没有发生，达尔文的理论最后反而沦为牛顿机械论世界观的附庸。达尔文理论的真正涵义从未为人们仔细探讨。相反，他的理论一出现，就有人迫不及待地用他理论中的一些微疵大做文章，把它用来为机械论的世界观寻找依据。

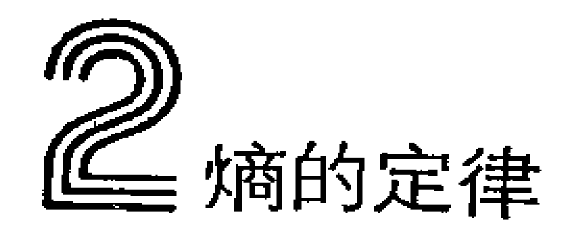
赫伯特·斯宾塞之类的社会哲学家对达尔文的物种进化理论如痴如醉，把它用来作为社会进步的证据。斯宾塞和所谓社会达尔文主义者们把自然选择变成了适者生存。就这样，他们为鼓吹个人利益能带来物质文明和社会秩序的机械论世界观，进一步提供了依据。

他们对适者生存下了这样的定义：在自然界，每个生物都与其它生物无情地搏斗着。能够幸存下来并把它们的特性遗

传给后代的，只是那些最善于保持自己物质利益的生物。进化本身被看作是一个秩序不断完善的过程，这个日益完善的秩序的产生，是因为更新一代的物种都能更好地满足自身的物质利益与需要。达尔文的理论就这样变成了对机械论世界观主要论点的地地道道的反刍。

这种进步观是机器时代的一个重要特征。用最抽象的话来说，进步是一个人们改造“较少秩序”的世界，把它变成一个更有秩序的物质环境的过程。也就是说，进步能从自然界获得比原始状态下所能产生的更大的价值。在这种情况下，科学就成为人们用来认识自然，并使之服从严格的定律和准则的一套方法。技术则是这些定律和准则在特定场合的应用，其目的就是把自然过程的各个部分改造成为比原先更有价值、更有结构和秩序的有用形式。

机械论的世界观或者说数学与科学技术的世界观，唯物主义和进步的世界观都自称能解释万物的世界观，它已经开始失去它的生命力，因为它赖以生长起来的那个能源环境已气息奄奄（这个观点后面将详细论证）。我们的后人在回顾我们称之为现代历史的这四百年时将难以置信。说世界是一部机器在他们看来就象我们看古希腊的五个历史时期一样，都是幼稚可笑的。那是因为他们将生活在一个崭新的世界模式之中。现在就让我们来探讨一下这个新的世界模式的大致轮廓。



2 熵的定律

2.1 熵的定律

一位名叫麦克斯·格拉克曼的人类学家曾经说:"科学是一门学问,它能使这一代的傻瓜超越上一代的天才。"热力学第一定律与第二定律早已编入物理学基础教程,它们所表达的内容现在看来是简单明了的常识而已。然而将它们最終明白无误地表达出来,却经过了一段曲折的路程;许多天才为之呕心沥血,提出过大量复杂的理论。奇怪的是,虽然科学家们多少年来为这两个定律的真正涵意绞尽脑汁,地球上各民族文化的民谚却早已悟出其中三昧。我们都听说过这些说法:"你不可能不劳而获","覆水难收"或者"天网恢恢,疏而不漏"。如果这些谚语对你说来不算陌生,而且在日常生活中你也反复有过这样的亲身体验的话,那么,你就懂得了热力学第一定律和第二定律。

热力学概念乍听起来有些深不可测,其实它们是我们所知道的最简单而又给人印象最深的科学概念。热力学的两个

定律可以用一句简短的句子来表达：

> 宇宙的能量总和是个常数，总的熵是不断增加的。

这也就是说我们既不能创造，也不能消灭能量。宇宙中的能量总和一开始便是固定的，而且永远不会改变。热力学第一定律就是能量守恒定律，它告诉我们能量虽然既不能被创造又不能被消灭，但它可以从一种形式转化为另一种形式。

科普作家伊萨克·阿西莫夫举了一个简单的例子：

> 比如我们取一定量的热并把它转化为功。这样，我们并没有消灭这些热量，而只是把它转移到其它地方，或转化成了其它能量形式。

让我们再说得具体一点，拿一部汽车的发动机做例子。汽油中所含的能量等于发动机所做的功，和做功过程中产生的热量，以及排出的废气所带走的能量的总和。

我们应该牢记的最重要的一点，就是我们不能创造能量。从来就没人创造过能量，也永远不会有人能创造。我们力所能及的只是把能量从一种状态转化成另一种状态。要理解这一点不甚容易，特别是考虑到一切都是由能量所生成的。世间万物的形态、结构和运动都不过是能量的不同聚集与转化形式的具体表现而已。一个人、一幢摩天大楼、一辆汽车或一叶青草，都体现了从一种形式转化成为另一种形式的能量。高

楼拔地而起，青草的生成，都耗费了在其它地方聚集起来的能量。高楼夷为平地，青草也不复生长，但它们原来所包含的能量并没有消失，而只是被转移到同一环境的其它所在去了。我们都听说过这么一句话：太阳底下没有新鲜东西。要证实这一点你只需呼吸一下。你刚才吸进了曾经让柏拉图吸进过的5,000万个分子。

如果我们需要考虑的仅仅是热力学第一定律，那我们滥用那万世不竭的能源也没有什么奥妙了。然而我们知道世界并非如此。比如我们烧掉一块煤，它的能量虽然并没有消失，但却经过转化随着二氧化硫和其它气体一起散发到空间中去了。虽然燃烧过程中能量并没有消失，但我们却再也不能把同一块煤重新烧一次来做同样的功了。热力学第二定律解释了这个现象。它告诉我们每当能量从一种状态转化到另一种状态时，我们会“得到一定的惩罚”。这个惩罚就是我们损失了能在将来用于作某种功的一定能量。这就是所谓的熵。

熵是不能再被转化作功的能量的总和的测定单位。这个名称是由德国物理学家鲁道尔夫·克劳修斯于1868年第一次造出来的。但是年轻的法国军官沙迪·迦诺却比克劳修斯早四十一年发现了熵的原理。迦诺在研究蒸汽机工作原理时发现，蒸汽机之所以能做功，是因为蒸汽机系统里的一部分很冷，而另一部分却很热。换一句话说，要把能量转化为功，一个系统的不同部分之间就必须有能量集中程度的差异（即温差）。当能量从一个较高的集中程度转化到一个较低的集中程度时（或由较高温度变为较低温度），它就作了功。更重要的是每一次能量从一个水平转化到另一个水平，都意味着下一次能再作功的能量就减少了。比如河水越过水坝流入湖泊。

当河水下落时，它可被用来发电，驱动水轮，或作其它形式的功。然而水一旦落到坝底，就处于不能再作功的状态了。在水平面上没有任何势能的水是连最小的轮子也带不动的。这两种不同的能量状态分别被称为"有效的"或"自由的"能量，和"无效的"或"封闭的"能量。

熵的增加就意味着有效能量的减少。每当自然界发生任何事情，一定的能量就被转化成了不能再作功的无效能量。被转化成了无效状态的能量构成了我们所说的污染。许多人以为污染是生产的副产品，但实际上它只是世界上转化成无效能量的全部有效能量的总和。耗散了的能量就是污染。既然根据热力学第一定律，能量既不能被产生又不能被消灭，而根据热力学第二定律，能量只能沿着一个方向——即耗散的方向——转化，那么污染就是熵的同义词。它是某一系统中存在的一定单位的无效能量。

现在我们再回到起了"熵"这个名称的克劳修斯那里。他意识到在一个封闭系统里，能量水准的差异总是趋向于零。任何人只要把烧红了的火钳从火堆里取出来，他就会注意到这个使克劳修斯得出熵的定律的现象。当一把烧红了的火钳被从火中取出时，我们很快注意到火钳开始冷却，而周围空气的温度却开始上升。这是因为热量总是从温度较高的物体流向温度较低的物体。经过足够长的时间后，我们碰一下铁钳，然后用手感觉一下周围空气。啊！它们的温度完全一样了。专家们把这种没有任何能量级别差异的状态叫做能量平均状态。水在平面时就处于这种状态。在这两种情况下，冷却了的铁钳与平面上的水都不能再作有用的功了，它们的能量是封闭或无效的。但这并不是说人们就不能重新用水桶把水从坝底

提到坝顶再让水落下来，或者把火钳再一次加热。然而这两个过程又将进一步消耗新的有效的自由能。

能量平均状态是熵值达到最大的状态，那时将不再有任何自由能量来进一步作功了。克劳修斯在总结热力学第二定律时说："世界的熵（即无效能量的总和）总是趋向最大的量的。"

我们地球上有两个有效能量的来源：一个是地球本身所蕴藏的能量，另一个是太阳能。经济学家赫尔曼·戴利对两者之间的区别作了如下的解释：

> 地球本身的能量贮备有两个来源：一种是在对人类有意义的时间内可以再生的能源，另一种是只在地质学意义上的时间内可被再生，因而对人类来说只能被看成是不能再生的能源。地球上熵值较低的能源贮备可以分成能量与物质。地球本身的能源与太阳能都是有限的。地球上不可再生的能源是有限的，地球上可以再生的能源也是有限的，而且一旦消耗殆尽，它们也会变成不可再生的能源……太阳能虽然就其总能量而言是永不枯竭的，但按其到达地球的速率和形式而言，却又是十分有限的了。

虽然太阳能量的总和每秒钟都在递减，然而远在它的熵达到最大值之前，地球上的能源就早已告罄了。

每当你点燃一支香烟的时候，世界上的有效能量就减少了一点儿。当然就象我们已经指出过的那样，在一段孤立的时间内的一个特定场合，我们可以逆转熵的过程；但我们同时

却必须消耗更多的能量，并使整个环境的熵的总值进一步增加。这点对工业回收有特殊意义。许多人相信，只要我们发展适当的技术，那么我们所用过的一切东西都是可以被完全回收并再次使用的。其实不然。虽然更为有效的回收技术对我们这个星球的生存的确有着十分重要的意义，然而要做到接近100%的回收是不可能的。目前绝大多数金属的平均回收率为30%。而且回收过程中废旧材料的收集、运输和处理都要消耗额外的能量，导致同一环境里熵的增加。

我们还必须反复强调，地球上物质材料的熵也是在不断增长，并将最终达到最大值。这是因为地球相对宇宙来说是个封闭的系统，也就是说地球虽然能与周围的环境交换能量，但它却不能与之交换物质。除了偶尔陨落的一颗流星和微乎其微的宇宙尘埃之外，我们这个星球在宇宙中是一个封闭的子系统。经济学家尼古拉·乔治斯库-罗伊根在回答那些错误地认为太阳传递给我们的能量能产生物质的人时说过："即使是宇宙间最奇妙的机器也不能'仅仅'从能量中大量地产生出物质来；相反，大量的物质倒是在不断地转化成能量。"关键就是太阳本身并不能创造生命。你可以从现在起就让阳光照进一只空玻璃瓶，可是直到太阳系寿终正寝，玻璃瓶里也不会出现任何生机。要让生命茁壮成长，太阳就必须与地球上由矿物质、金属和其它物质组成的封闭系统相互发生作用，并把这些物质转化为生命以及生命所需的养料。这种相互作用加快了构成地表的有限物质的耗散。每时每刻，山岳都在被磨损，地表在被侵蚀。这就是我们为什么会最终发现即使是可以再生的能源从长远看也是不能再生的。世界上的生物生老病死，繁殖后代，使地球的熵值不断增加，这就意味着未来生命能享

有的物质将日益减少。

每个农民都懂得，即使有再生技术和充足的阳光，也不可能在同一块土地上年复一年永无止境地种出同样数量的牧草来。今天长出的每一茎青草，都意味着将来同一个地方将少长出一茎青草来。这是因为地表与其它一切东西一样，也是熵的流程的一个部分。它含有青草生长必不可缺的有机物和无机物。然而表土的存在是暂时的，它以岩层和有机的排泄物开始，而最终又化为尘埃随风而逝，或者变成沉积物被冲入大海。也就是说，表土并不是地球表面永恒的附着物，而只是某一形式的物质聚集，是熵的流程的一个部分。在短期内（人类时间），只要土地侵蚀的速度慢于大自然把岩层和有机排泄物风化成表土的速度，那么我们就可能把表土维持在接近稳定的状态。然而即使在短期内，由于风暴、干旱、水灾等自然力的作用以及人类活动的干预，土壤侵蚀的速度往往要高于大自然恢复表土的速度。对土地的过度开发以及生态系统的毁灭常常引起地表的侵蚀，使土壤失去矿物质，结果使某地区表土熵值剧增。恢复12英寸的表土所需要的时间可达整整1000年。很明显，在就人类有意义而言的时间内，地球表土的熵的增加是一个非常现实和持续的问题。物质在不断地耗散着。尼古拉·乔治斯库-罗伊根首先认识到了第一点："在一个封闭的系统里，物质的熵最终将达到最大值。"

这对我们大多数人说来都是一个很难接受的事实，因为每个孩子在学习生物学基本原理时都被告知自然界一切物质是在不断循环再生着的。这一点并没有错，因为它说的只是物质既不能被创造也不能被消灭，是热力学第一定律的重复而已。然而不幸的是人们往往忽略了热力学第二定律。而这

一定律告诉我们，物质虽然可以循环再生，但必须以一定的衰变为代价。比如我们从地底下挖出一块金属矿石并将它冶炼成一件餐具。在餐具的使用期内，由于磨损，金属分子不断地离开这件餐具。这些离开了餐具的金属分子并没有被消灭，它们最终又回到了土壤中。但它们现在是零零星星地散失在土地里，而不是处于一种聚集状态，因而已不能再象原来那块金属矿石一样被有效地使用了。也许我们可以找到一个方法来回收这些四处散失的金属分子，但在同时我们又要付出熵的更大增加的代价。我们必须安装一部机械装置来收集这些分子，还要动用新的能源来启动这个装置。机械装置本身又来自地表里的金属矿石，而它在回收其它零星金属分子时又会磨损，又要损失自身的金属分子。同时，回收装置所耗费的能量又使熵有所增加。

当有效能量告罄时，我们称之为"热寂"。当有效物质用尽时，我们称之为"物质混乱"。两者导致的都是熵，都是物质与能量的耗散。结果它们的集中程度降低，作有用功的能力也降低。

有些科学家争辩说，经过很长的时间，太阳能够对地表起一定作用，使消散了的金属分子又重新回到聚集的状态中去。这在统计数字上也许是可能的，但对人类却无济于事，因为这个过程是用地质学上的时间来衡量的，也就是说要花好几十亿年的时间。然而在短期内，在一些特定的地理区域里，能源与物质的熵的增加则是实实在在的现象。

熵的定律既要我们去感觉，又要我们去领会。这个定律的精髓就是现实世界的精髓，因此要掌握它的真正涵意就同时也需要运用人的直觉。所以我们不妨也从其它角度来看一

看这个定律。

我们已略微谈到另一种讨论熵与能量级别的方法，即集中程度。为什么当你打开一瓶香水时，香气就会溢出瓶子，不一会就弥漫到了整个房间呢？我们再打开一扇通向一间更大屋子的门。几分钟后我们会发现两间屋子里都能嗅到香气，只是已不象原先只在一间屋子里那么浓郁了。贝特兰·罗素解释说：

> 每当在一个区域聚有大量能量，而邻近区域能量却较少时，能量就呈现出从这个区域向邻近区域流动，直至达到平衡。这也许可以说成是趋向民主的过程吧。

这也是一种理解热力学第二定律的方法。能量总是从集中程度较高的状态（如香水瓶里）转移到集中程度较低的状态（两间屋子里）。在这一过程中，自由的或有效的能量被用完耗散（即香水失去香气）。如果你仔细观察香水分子的话，你会发现在瓶子里的时候，香水分子以难以置信的高速度互相冲击着。可是一旦从瓶子里溢出以后，这些分子就任意地向更大的空间发散开来。它们互相碰撞的机会大大减少，最后均匀地分布在整个房间里。

历史上有过许多人企图找到一个逃避熵定律的方法，甚至有不少科学家和哲学家们乐此不疲。对熵定律提出了迄今为止最有影响的挑战的是十九世纪后期的两位很有威望的科学家：詹姆斯·克拉克·麦克斯韦*和路德维希·波尔茨曼**。因为他们两人提出的责疑最后反而进一步证实了热力

学第二定律，因此有必要在这里提一下。

麦克斯韦提议说，一个能够识别处理单个分子的小妖也许可以打败热力学第二定律。这个小妖我们至今还从未有幸相遇，这并不重要；这个论点还是很有意思的，因为它至少表明了科学家们为了战胜热力学第二定律是如何的不遗余力。

麦克斯韦提出了这样一个设想。把一个封闭容器分为两个部分，中间用一道小门隔开。这个与外界彻底隔绝的容器里充满了“温度均匀”的气体。根据熵的定律，在均匀的温度下是不能作功的，于是麦克斯韦就另辟蹊径。他在那道小门边安排了一个小妖。这个小妖目光炯炯，能识别分子。它让高于常速运动的分子从左边部分进入右边部分，又让低于常速运动的分子从右边进入左边。“既然高速运动的分子与高温对应，而低速运动的分子又与低温对应，那么右面部分的气体温度就会上升，左面部分的气体温度就会降低。”现在该不言自明了吧？“一旦建立了温差，那就可以用它来驱动热机作功了。”

麦克斯韦建议从熵的最大值，即能量的绝对平均状态开始，不用任何外界能量来逆转熵的过程。这样一来他就将打破热力学第二定律了。很明显，在现实生活中我们永远也找不到麦克斯韦的妖。但我们先不必扫麦克斯韦的兴，姑且假定能找到这么一个小妖愿意效劳。这么一来就能打败热力学第

---

* 詹姆斯·克拉克·麦克斯韦(1831—1879)，苏格兰物理学家，对电磁学理论有很大贡献。——译者

** 路德维希·波尔茨曼(1844—1906)，奥地利物理学家，曾提出了能量分布的数学原理。——译者

二定律了吗？斯坦利·安格里斯特与劳伦·赫普勒在《得克萨斯季刊》上撰文论证了麦克斯韦妖对熵的定律也是无能为力的：

> （麦克斯韦）假定他的小妖能识别分子运动的速度（速率与方向），并能见机行事……当小妖窥入充满着均匀温度的气体的封闭容器的两个部分时，均匀的辐射使它什么也看不见。容器里的均匀度使它能察觉到热辐射及其消长，但它却看不见任何分子……于是我们得出结论，认为他的小妖需要一定光源来打破容器中辐射的平均状态。所以我们就给他一定光线来识别分子。灯光把高质量的能量带入了容器系统，从而使小妖管好小门把高速运动与低速运动的分子分开。虽然这个小妖能使气体的秩序增加（从而降低它的熵），然而光源的混乱度与熵却有了更大的增加。如果把光源、小妖以及气体作为一个系统来看，那么正如热力学第二定律所要求的那样只会使熵的总值增加，从而使永动机成为泡影。

麦克斯韦的这个设想结果只证明了“不付出代价就什么也得不到，就连东西也看不清”。

麦克斯韦对熵定律的挑战是不能忽视的。这一点尤其能反映科学家们是如何执迷不悟地拒绝承认熵定律对科学、哲学以及这个星球上的生命的深刻意义的。

如果麦克斯韦是在想入非非的话，那么路德维希·波尔

茨曼则有些不自量力了。他不甘落后，一心要把经典物理学从熵的定律的围困中解救出来。波尔茨曼的“h-定理”经过巧妙伪装，似乎与热力学第二定律并无二致，实际上又去除了它的锋芒。波尔茨曼承认在一定程度内熵定律是合理的。他虽然也认为在一个封闭的系统里熵值是增加的，但却不承认这是绝对的。他认为“可能”这个说法比“肯定”的说法更为合适，并企图由此把熵定律改造成概率论或统计学定律。波尔茨曼实质上是在说能量从较低级状态转化为较高级状态虽然可能性不大，但不是完全不可能的。我们有必要搞清波尔茨曼的观点，因为这个观点至今还被许多科学家所奉行。亚瑟·爱丁顿爵士在论及波尔茨曼的概率定理在现实世界里实现的可能性时一语击中了要害。他假设有一个被隔成大小相等的两个部分的容器。一个部分充满气体，另一部分是真空的。一旦打开容器中间的隔板，空气就开始向真空部分流动并均匀地充斥了整个容器。爱丁顿承认所有这些亿亿万万个空气分子经过各自的随机运动在将来的某一时刻可能又会一下子重新进入容器的一个部分。但这种可能性有多大呢？爱丁顿下了这么一个结论：

> 如果有一群猴子在打字机上乱蹦乱跳，它们也“可能”会碰巧写出大英博物馆的所有藏书。然而就是这样的可能性，也要比分子回到容器中的一半的可能性大得多。

尼古拉·乔治斯库-罗伊根的说法更是一语中的。他对统计热力学的批判把焦点直接对准了机械论模式与熵模式之

间的论战，因此他的观点值得我们详细援引：

> 然而必须承认，普通人往往会被物理学家所鼓吹的所谓统计力学或者被更加堂而皇之地称作统计热力学的科学引入歧途，最后相信熵的定律是可以被悄悄打破的。这种科学的存在本身就表明了人们是如何不顾所有证据，仍然在顽固地企图找到一种只包含运动的现实。路德维希·波尔茨曼推销他的热力学的可悲举动，就是这种怪癖的症状之一。他的热力学以一种刻板的力学原理同无常的概率原则的杂交为基础……根据这门新的科学，一堆灰烬也可能重新烧热锅炉，而一具尸体也满可以从地上爬起来，把生前的顺序倒过来再活一次。只是这些事情的概率是微乎其微的。统计力学的鼓吹者们坚持认为，我们之所以从未亲眼见到这些"奇迹"的发生，只是因为我们还未观察过大堆大堆的灰烬或尸体罢了。

我们已经从能量由有效到无效状态的转化，以及从较高到较低集中程度的转化这两个角度观察了热力学第二定律。还有一个认识热力学第二定律的方法，它也是最为深刻的一个方法。熵的定律同时也说明了在一个封闭系统里，所有能量从有序状态向无序状态转化。当熵处于最小值，即能量集中程度最高、有效能量处于最大值时，那么整个系统也处于最有序的状态。相反，熵为最大值、有效能量完全耗散的状态，也就是混乱度最大的状态。

这一点可以在我们的日常生活中得到佐证。如果没有外界作用，那么物体是不会自动趋于井井有条的状态的。每个打扫过房间或在办公室工作过的人都知道，如果东西不加收拾，那么它们就会越来越乱。而要使物体重新归于秩序那就又要进一步花费能量。拿一叠按花色和顺序排列的纸牌来说，这一叠纸牌正处于最有序、熵值最小的状态之中。现在把纸牌洒在地板上，使纸牌随机地进入混乱状态。再把纸牌从地板上拾起放回到原来有序的状态中去，耗废的能量比散开纸牌所需的能量要多得多。

我们应该强调某处发生的熵的逆转，都必须以周围环境的总熵的增加为代价。这是因为每发生一件事情总会有一定能量被耗散，并不能再被利用了。耗散了的能量就加入了以往事件所耗散的能量的行列。这对社会来说意义十分重大。安棓思斯特与赫普勒写道："每次在一定地点由人力或机器造成的熵的减少都伴随着周围环境熵的更大增值，从而保持了熵的总值的必要增加。"

阿尔伯特·爱因斯坦曾经苦思冥想：哪一条科学定律是当之无愧的最高定律。最后他下的结论是：

> 一种理论前提越为简练，涉及的内容越为纷杂，适用的领域越为广泛，那这种理论就越为伟大。经典热力学就是因此给我留下了极其深刻的印象。我相信只有内容广泛而又普遍的热力学理论才能通过其基本概念的运用而永远站稳脚跟。

2.2 宇宙学与热力学第二定律

每当科学家们认真思考热力学第二定律时，他们最终总会遇到一个熵定律的适用范围到底有多广的问题。例如熵定律是否也适用于构成宇宙的恒星与银河系的宏观世界？实际上绝大多数的宇宙学理论都是以熵定律为基础的。早在1854年，一个叫本杰明·汤普森的科学家第一次找到了热力学第二定律在宇宙学上的意义。汤普森认为熵定律告诉我们：

> 在以往的某一段时间里，或者在将来的某一段时间里，地球都一定曾经是，或者又要变得不宜于现代生理结构的人类的生存；除非对人进行手术，而根据现在物质世界进行的手术所遵循的规律，这是根本不可能实现的。

两年后赫尔姆霍茨系统地提出了后来成了典型的以熵定律为基础的宇宙理论。他的"热寂说"断定宇宙正在逐渐衰亡，宇宙的熵最终必然达到最大值，热寂必然会到来，那时所有的有用能量已被消耗一空，宇宙中再也不会有任何变化发生。宇宙的热寂相当于永恒的宁静。

如今流行最广的关于宇宙起源和发展的理论是大爆炸学说。这个设想最初是由卡农·乔治·勒梅特*提出的。它假

* 卡农·乔治·勒梅特，比利时天文学家。他提出了大尺度空间随时间膨胀的概念，建立了勒梅特宇宙膨胀模型。——译者

设一个密集的能源的大爆炸是宇宙的起源。当这个稠密的能源向外膨胀时，它的膨胀速度逐渐减慢，从而形成了银河系、恒星和行星。当这个能源继续膨胀、消散时，它越来越失去原来的秩序，最后达到最大值的熵，即达到了热寂的最终热平衡状态。大爆炸学说符合热力学第一和第二定律，它声称宇宙是以有序的状态开始，并从此不断地向无序的状态发展。如果这个理论有些似曾相识，那么也不足为奇。古希腊和中世纪基督教历史观与现代宇宙学家的宇宙历史观是有不少共同之处的。

令人费解的是，我们这些现代人一方面愿意接受相信宇宙以完美而开始，以衰亡混乱而告终的宇宙历史观，另一方面又顽固地坚持地球的历史却截然相反，是从混乱状态"逐步"走向有秩序的状态。这种自相矛盾是如此明显，以致后来有人企图回避熵定律而提出各种各样的宇宙理论也就不足为奇了。一种叫做"持续创造说"曾风靡了好几年。1948年弗雷德·霍伊尔、托马斯·戈尔德以及赫尔曼·邦迪等三位年轻科学家提出，虽然宇宙是在明显膨胀，然而可以通过从"外界"输入负熵来避免热寂或熵的最大值。如果确实能够输入适当量的负熵来弥补熵的增值，那么宇宙就真的能万世长存，旧的银河系衰竭的同时，新的银河系又形成了。这可真是一架宇宙永动机啊！因此，当宇宙的一些部分有所失，另一些部分又有所得，这就确保了整个系统的永存。遗憾的是，后来的科学实验证明了他们的设想是不合理的。在六十年代，天文学家们开始记录他们能收集到的宇宙中古往今来的一切无线电源。要证明"持续创造说"，那么他们就必须证明以前与现在的无线电源没有明显的变化。然而这个实验结果却给了"持

续创造说”致命的打击。它显示了远古时代的无线电源要比现在多得多，这就证明了大爆炸学说与热力学第二定律，即宇宙正趋向于热寂，它的熵正接近最大值。

其它迹象也进一步证明了“持续创造说”的不合理性，并不断为大爆炸学说提供依据。人类所知的宇宙最远物体之一的类星体也同无线电源一样，现在已比过去大大减少。最后，A.A.彭齐斯与R.W.威尔逊两位科学家发现的“宇宙背景辐射”给了“持续创造说”极大的打击。“持续创造说”对宇宙的解释根本不能说明这个现象。*

后来还出现过其它的理论。比如，循环说认为宇宙在永无止境地膨胀、收缩，循环往复，既无开始，也不会终止。根据这个理论，最近的这次大爆炸只是已经发生过和将要发生的一系列大爆炸中的一次。当我们这个正在膨胀着的宇宙达到熵的最大值时，它又开始往回收缩，回到一个越来越有秩序的状态，直到整个宇宙被浓缩成一团如原子核那样的一触即发的物质。最后它又重新爆炸，向茫茫的深处膨胀开去。在现阶段，循环说还完全只是一种假说，科学家们几乎还没有做过任何实验来证实或反驳它的主要观点。目前我们只能肯定一点：对于我们这个小小的太阳系和地球，熵定律仍然是“自然界一切定律中的最高定律”。

---

* 大爆炸理论提出后，一些科学家预言大爆炸后宇宙中原初的辐射达到热平衡，必定还残留着背景辐射。1964年，美国贝尔电话公司的彭齐斯和威尔逊在装配卫星通讯天线时发现总有一种原因不明的“噪声”干扰。他们发现这是一种消除不掉的噪声辐射，相当于3.5K的温度。这种辐射不可能来自任何特定的辐射源，只能是一种宇宙辐射。后来，普林斯顿大学的迪克与他们共同确认这种宇宙背景辐射就是“原始火球”的残余辐射。这样，宇宙背景辐射就为大爆炸说提供了有力的依据。——译者

2.3 时间、形而上学与熵

熵定律的最重要之处莫过于它对时间的定义。圣奥古斯丁曾经写道："无人问我时，我深知何为时间；一旦要我解释时间，我却一无所知。"机械论世界观的时间概念与熵的世界观的时间概念截然不同。经典物理学的时间是可以沿着两个方向中的任何一个方向进行的。既然牛顿的那些原理是建立在数学基础之上的，那么运动物体的每一个变化，至少在理论上是可以被逆转的。假如我们把一段记录弹子球互相碰撞的影片装反了来放一遍的话，那么即使顺序完全颠倒了，也会显得合情合理。如果我们只考虑牛顿概念中的简单的运动物体，那么就完全可以有正的时间与负的时间。然而一旦我们把一段拍摄尼亚加拉大瀑布一泻而下的片子也倒过来放，那时一切都会显得荒唐可笑了。这么一来水就会从底下向瀑布顶上流去。虽然牛顿建立在数学上的模式告诉我们，理论上水是可以从底下向瀑布顶上流去的，然而我们知道这不可能发生。热力学第二定律解释了这一点。

"时间不等人"，"时光流逝"，"时间不会倒走"，确是至理名言！这些格言说的是我们所体验的时间是不可逆转的。时间流逝的方向只有一个，那就是向前。这种向前的方向反过来也是熵的变化的一个功能。时间体现了能量从集中状态到耗散状态，从有序状态到混乱状态的变化。如果熵的过程是可以逆转的，那么过去发生的一切都可以挽回。用加尔文勋爵*的话来说："泥浆会重新聚成砾石，而砾石则又会再度回到它

们原先崩塌的山峰上去。"

时间永远向前运动，因为能量本身永远从有效状态转化为无效状态。我们不断意识到我们周围世界的熵的变化。我们的朋友一个个衰老死亡。我们坐在火堆旁，看着火苗慢慢燃尽，只留下灰白色的灰烬。我们历经沧桑变迁，而这个经历就是熵定律的展开。这就是不可逆转的能量耗散过程。当我们问道"世界的时间都要用完了吗"，我们等于在说通过对一件接着一件事情的展开我们体验到了时光的流逝。每当发生任何事情，世界上的能量就有一次耗散，熵的总值就有一次增加。说时光就要流逝完就是说世界的有效能量将要告罄。亚瑟·爱丁顿爵士说："熵是时光之箭。"

古代希腊与中世纪基督教的世界观认为历史是一个从秩序转化为衰亡运动过程，这种世界观反映了当时人们是怎样理解时光之箭与熵的过程的真实方向的。目前的牛顿力学世界模式忽视了熵定律所反映出来的现实，从而制造了一个假象，似乎时间是世界上的一个独立过程，能脱离自然的运行而独立存在。这种时间对自然的异化始于笛卡儿的这一设想，即世界是通过人与自然彻底隔离开来而组成的。科学研究方法的关键就是在观察者与被观察的事物之间建立起彻底的中立，以便操纵自然，使之服务于人类的物质利益。

由于采用了这样一种把人与自然彻底隔绝开来的认识世界的方法，人们的意识就与时间、生命和熵的过程的真正关系相脱节了。认识到了这一点，我们就不难理解洛克他们怎么会建立起一种与现实世界的真正活动截然相反的世界观来。

---

* 威廉·汤姆生·加尔文，英国物理学家，生前在热力学等领域有一定建树。——译者

熵定律明确表明自然万物只能从有效状态转化为无效状态，但洛克却反其道而行之，声称自然中的一切事物如果不被人类占有并转化成有使用价值的东西，那么它们就始终处于荒废之中。洛克以及其它机械论世界观的大师们鼓吹我们的世界实际上正从混乱状态"走向"有序状态。他们的时间观认为人们改造自然的速度越快，人类进步就越大，世界就日益秩序井然，我们就能赢得更多的时间。

这是一种完全颠倒的时间观和历史观。我们前面已经说过，只有在能作功的可用能源还存在的前提下，时间才能存在。已经逝去了的真正时间的数值是已被耗尽了的能量的直接反映。随着宇宙中可用能量的消耗，发生的事件日益减少，这就意味着剩下的"真正"时间越来越少了。最后宇宙达到了热寂的平衡状态，任何事情也不再发生了。既然没有任何变化可以发生，那么我们所体验的时间也就不复存在。因此世界上的能量消耗越快，可能发生的事情剩下的也就越少，世界上所剩下的时间也就相应地越来越少了。也就是说如果我们增加能量的消费，我们不但不能节省时间，而且会更快地失去时间。如果下次有人问你多花了这些能量而能省出多少时间的话，你就应该想一想熵定律与时光之箭，再想一想 400 多年来我们形成的这种奇怪的世界观。

关于熵与时间还有一个方面也值得我们注意。熵定律虽然向我们展示了时间的方向，却没有说明它的速度。熵的过程实际上是在不断地改变着速度的。世界上每发生一个变化，熵值都会增加——然而有时增加得快一些，有时慢一些。世界上有多少个婴儿呱呱落地，多少棵青草枯萎衰亡，多少辆汽车开出工厂，降雨量多少，风有多强，以及海浪拍打着海岸时

多少块鹅卵石被冲刷成沙土，所有这些都决定着熵的过程的变化速度。

是历史有其注定的不可改变的进程，还是人类能够运用一定的自由意志来影响其发展，这是人们一直争论不休的问题。熵定律比其它任何理论都更有说服力地解决了这个问题。就决定时间的方向性而言，热力学第二定律为我们规定了我们必须遵循的界线。我们无法逆转时间或熵的过程，那是早已定了的，然而我们可以运用自由意志来决定熵的过程的发展速度。人类在这个地球上的一举一动都直接影响到熵的过程的缓急。我们可以通过对自身生活与行为方式的选择，决定世界上有效能量的耗散速度。在这一点上，科学与形而上学、伦理学可以说是殊途同归的。在本书后面的章节里我们考察技术和经济理论的性质时，我们将要认真探讨人类自由意志、决定论和熵的过程之间的联系的全部涵义。

2.4 生命与第二定律

如果世界上熵的总值是在不断增加，那么我们如何来解释生命过程呢？毋庸赘言，生物呈现出了很大的秩序。进化本身就代表着日益增长的秩序的不断积累。谁也不会否认，当一个婴孩渐渐长大，他体内贮存的能量也就与日俱增了。每当我们观察动植物时，我们为那成亿个分子竟然组织得如此井然有序而感叹不已。那么是不是说生命现象就违反了热力学第二定律呢？其实不然。科学家们多年来一直迷惑不解，但现在他们终于也承认生命与世界上其它东西一样，也不能逃

避熵定律的铁掌。哈罗德·布卢姆在一本叫《时光之箭与进化》的书中对这个问题作了开拓性的研究。他写道:"有机体的生长所体现的熵的微小的、局部的递减,都伴随着宇宙总熵的更大范围的递增。"

生物通过从周围环境摄取自由能量,能够朝着与熵的过程相反的方向发展。这种自由能量的最终来源是太阳。一切动植物依靠太阳而生存——有些直接依靠太阳,就象进行光合作用的植物,而有些又是间接依靠太阳,比如食草动物和食肉动物。诺贝尔奖获得者、物理学家欧文·施罗丁格曾经说过,每一个生物的生存都必须"不停地依靠它所在环境的负熵……一个有机体赖于生存的是负熵;它不断地从环境中摄走秩序"。

换句话说,向着平衡状态的发展是所有生物的自然趋势。我们的一举手一投足一动念,都在不断地耗散着能量。为了防止我们把自身消耗殆尽而达到死亡这个平衡状态,我们需要从周围更大的环境中得到自由能量(即负熵)的补充。不相信这一点的人可以去观察一下死尸。人死后才几个小时,人体就开始完全崩溃,彻底地耗散到一片随机的混乱中去了。

科学家们之所以绞尽了脑汁还是想不出如何让生命系统与热力学第二定律统一起来,是因为平衡态热力学考虑的是封闭系统,它只能与外界交换能量,不能交换物质。但生命系统却是开放系统,它不仅能与外界交换能量,而且也能交换物质。只要生命还未中止,那么生命系统就不会达到平衡状态,因为那就意味着死亡。因此生物就必须通过不断地摄取他们周围的有效能量来防止平衡状态的到来。这样的状态称为"稳定状态"。如果物质与能量不再被补充到一个有机体中,稳定

状态就要中止，有机体就滑向平衡状态，走向死亡。因此，对生命系统内部来说，重要的是自由能量的流通而不是熵。持这种观点的科学叫非平衡态热力学。虽然非平衡系统与平衡系统不能同样对待，但我们会发现它们与热力学第二定律的宗旨倒是一致的。

贝特兰·罗素说过："每一个生物体都仿佛一个帝国主义者，它竭尽全力要把它所处的环境转化到它自身以及它的后代身上去。"在这个掠夺能源的过程中，这个星球上的每一个生命都在耗费着能量。它让能量流过自身系统，至少使其中一部分的能量将来不能再作功。而且毫无疑问，即使是最小的植物也要靠制造整个环境的大混乱来维持自身的秩序。植物是通过光合作用来生存的，而所谓光合作用，不过是从阳光中汲取负熵而已。在光合作用时，只有小部分太阳能被吸收利用，其余都耗散了。植物体内熵的减少是很小的，而整个环境能量的损失是巨大的。

常见的食物链能更形象地说明熵的增值。化学家G.泰勒·米勒用一个非常简单的食物链例子来说明这个问题。这个食物链由草、蚱蜢、青蛙、鲑鱼以及人类组成。根据热力学第一定律，能量是不会减少的，然而根据第二定律，食物链的每一个环节都要把有效能量转化为无效能量，因此使整个系统损失更大的秩序。事实正是如此。这个过程的每一个环节——如蚱蜢吃掉青草，青蛙吃掉蚱蜢，鲑鱼又吃掉青蛙——都要损失一定的能量。米勒说在弱肉强食的过程中，"大约有80%—90%的能量被完全浪费并以热量形式损失在环境中了"。被吸收的能量中只有10%—20%留在肉食动物的身体里，被转化到了食物链的下一个环节。想一想为了使一个生物种类不致

陷入最大值的熵，那需要多少个比它低一等的生物个体啊。“一个人每年需要吃掉300条鲑鱼，这些鲑鱼要吃掉90,000只青蛙，这些青蛙要吃掉2,700万只蚱蜢，而这些蚱蜢要吃掉1,000吨青草。”

因此，一个人要维持较大“秩序”状态，每年就要耗费2,700万只蚱蜢或1,000吨草所蕴藏的能量。那么我们对于每一个生物只依靠整个环境的大混乱（或能量耗散）来维持自身秩序这一点还有什么可以怀疑的呢？

能量不断地通过生命有机体，它进入有机体系统时处于较高的级别，而离开同一系统时就处于更加混乱的状态中。有机体通过从周围环境里吸取负熵来生存，这种生存斗争的胜负取决于有机体获得能量的本领。阿尔弗雷德·洛特加是第一位谈到能量流通与生物进化的生物学家。他说，就摄取与利用有效能量而言，每个生物种都可以被看作是一种“转化器”。每一个转化器或有机体都有一整套从外界取得能量的手段。

洛特加认为，“眼睛、耳朵、鼻子、味觉乳突和指尖的触觉乳突等主要感觉器官与大脑和嘴的紧密联系，向我们说明了同一个道理。”这个道理告诉我们有机体是生来的能量采集者与转化者，不然它们就无法生存。洛特加提出，从进化观点来看，自然选择偏爱那些能够“利用未被耗尽的物质和有效能量……来增加自身系统的总物质，提高物质和能量经过自身系统的流通速度”的那些有机体。

洛特加那种自然选择偏爱能使能量最大程度地流过自身的生物的观点，已经被人（甚至包括他自己）几度修正。目前广为流行的理论认为，最大程度的能量流通是生态系统发展

早期生物的共同特征。然而当某生态栖息地生物种类的密集程度越来越高时，这些生物种类被迫通过更有效地使用较小规模的能量流通来适应环境的最大负载能力。早期的最大能量流通阶段通常被称为殖民阶段，而后期的最小能量流通阶段被称为极点阶段。

人类从总体上来说还未脱离殖民阶段而进入极点阶段。人类，特别是高度工业化社会，还在继续为增加人体和社会组织的能量流通来组织人类活动。当今的一个全球规模的人类危机是过渡危机。在下一阶段，人类将过渡到极点阶段，他们为把人体和社会过程的能量流通减少到最低程度而组织人类活动。如果人类执迷不悟，那么他们将遭受以往那些没有完成过渡的生物种类所遭受的命运。生命路途上灭绝了的生物种类比比皆是，而在长长的灭绝者名单上再添上一位并不是太难的事情。

我们已习以为常地认为生物进化就是进步。然而我们现在却发现在进化之链中，越是高级的生物，就要把越多的能量从有效状态转化为无效状态。进化过程中，越是新的种类就越为复杂，它转化有效能量的能力就越强。然而真正让我们难以接受的，是意识到进化之链中越是高级的生物，它的能量流通就越大，它给宇宙带来的混乱也就越大。

熵定律向我们表明，进化过程耗散着对地球上的生命有用的总能量。然而我们的进化观恰恰相反。我们相信进化神奇地在地球上创造着更大的价值和秩序。只是在我们环境的耗散和混乱变得如此显而易见，我们才开始重新反省我们的那些进化、进步和创造物质财富的观念。后面还将更详细地讨论这一点的涵义。

进化意味着为建立起秩序越来越大的孤岛而必然带来更大混乱的海洋。在这一点上人们尽可以各持己见，但却无法回避这个问题。没有任何生物学家或物理学家还会再否认这个真理。现在问题是谁愿意站出来在课堂上或大庭广众面前承认这一点。

如果你觉得遭了当头一棒，关于进化论的说法太令人沮丧，那只是因为我们大家都在现存的世界观里已陷得太深，以致对其它的思想方法都不能理解。但只要我们拒不承认热力学第二定律是生命和进化的基础，那么我们就无法完成从殖民阶段到极点阶段的过渡。

2.5 外部工具与能量

虽然一切生物都在为从环境中摄取更大的能量而不断竞争，然而拥有外部手段来完成这个任务的却只有人类。其它生物只能依靠它们自身器官——它们的眼睛、耳朵、鼻子、牙齿与爪子等等——来收集能量，而人类则凭借更加发达的神经系统和大脑制造了各种各样的工具，从而有效地扩充并发展了他们的器官。科学家和人类学家把它们称为外部工具，以表示它们与我们那些与生俱来的人体器官有所区别。

我们所说的外部工具包括人类用来从环境中获取、转化并处理有效能量(或负熵)的所有工具。我们制造了机械装置来从环境中榨取能量，筑起楼房来保持热量以供取暖。我们修路筑桥并设计出各种交通工具来输送能量。我们还发明了语言、风俗、经济组织和政府机构来有效地组织能源的处理与

分配。

这些体外工具的所有活动构成了人类文化的很大一个部分。社会发展归根到底就是建立区域秩序，从而维持人类生存。既然人类与其它生物一样，依靠自己维持能量流通的能力来生存，那我们的文化就起着一个用来从周围环境摄取能量的工具作用。因此热力学第一定律与第二定律就成了每种文化与文明的最高的运行法则，就象它们是宇宙的最高定律一样。相信我们能把这两个定律拒之门外，就象相信我们的生理系统能够在没有能量不断流通的情况下生存一样地危险。

如果我们把一种文化中的所有复杂活动加以抽象化并分门别类，我们会发现转化、交换和排除是其中最重要的三项活动。人们总是在为其中的某一项活动而忙碌。有时我们确实很难辨认这些过程的本来面目，因为它们已同那些看上去与自然已经毫无关系的活动紧密相联了。但只要我们耐心地剥去几百年间积累起来的一层层文化装饰，那么我们就会发现社会活动的真实内容就是有效能量的不断转化、交换和排除。如果你觉得难以置信，不妨亲自试一下。花上整整一天来观察一下你接触到的一切东西，观察一下你所看到、听到、碰到、闻到的，以及你用掉、改变和交换的东西。然后对每一件东西沿着两个方向追根寻源：即追溯到它的原始状态，展望它的最终归宿。那么你会发现，所有东西将是以某种原材料（有效能量）开始，而最后又将以废物（无效能量）而告终。

能源是人类文化的基础，正如它是生命之本一样。因此每个社会的权力最终归于那些掌握了转化、交换和排除能量的外部工具的社会成员。社会的阶级划分、剥削、特权和贫困，

完全取决于社会的能量流通渠道是如何建立起来的。谁控制了外部工具，谁就控制了能量流通渠道。他们就决定着社会分工以及各群体间的收入分配。

阅读一下近百年来政治学家和经济学家留下的无数论文会给人们一种奇特的感觉。那些出类拔萃的思想家们侈谈自然规律、社会契约、生产资料的辩证法以及权力的性质，却只字不提能量流通和熵定律。诚然，热力学第二定律的确直到十九世纪后期才发展成为科学体系，但并不是说这以前的科学家们就可以为自己开脱了。古希腊人和中世纪基督教学者们也没有提出熵定律，但他们却领会到它的真谛，并把它融化于他们的文化和世界观中。

当然会有不少政治学家和经济学家不大乐意看到熵的模式开始影响包括政治学和经济学在内的各门学科。可是几年后这一切当真发生时，被我们视为神圣的政治学和经济学的基本概念就会有重大改变。这个变化将会十分彻底，道理很简单，因为那些流行多年的谬误甚至已经引起了它们的法定继承人的怀疑。

熵的模式的产生，并不会使每门学科都陷入政治学与经济学那样的困境。很多人类学家早就认识到，某一特定环境的能源基础就是这个文化形成过程中的决定因素。他们划分历史的主要依据是人类组织环境的方式的变化。因此，分析一下这些历史阶段的鲜明特征以及把这些阶段贯穿起来的共同线索是很重要的。这条共同线索就是熵定律。

3 熵：一种新的历史框架

3.1 历史与熵的分界线

法国有句古谚：逍遥自在的人创造不了历史。美国有句谚语说：需要乃发明创造之母。把这两个谚语放在一起，全部历史就不难理解了。历史学家会抗议说世界要复杂得多，这里有微妙的差别、细小的暗流和无意识冲动。阿诺德·汤因比*坚持认为历史是由一系列文化和环境的挑战与应战组成的。奥斯瓦尔德·斯宾格勒**会告诉我们文明的历史是一个从诞生、成熟到死亡的循环过程——就象生命本身一样。奥尔特加-加塞特***也会带着他的理论加入论争，把历史说成是一个使一切趋于同化的过程，在这个过程中少数个人的超凡的创造力被吸收同化，逐渐失去生命力。马克思则教导说，历史实际上是唯物的和辩证的，每个发展中的事物都包含着自身灭亡的种子以及将会取而代之的新生事物的胚芽。

我们没有必要拘泥于细枝末节。我们暂且承认这些先生都拼出了历史七巧板的某一部分。然而至于其它任何七巧板，

如果我们不是事先知道七巧板代表着什么，那么要把支离破碎的历史碎片拼凑起来就十分困难了。熵定律与这两个谚语才是历史之谜的答案。从个人的角度来看一下历史，那么一切都会十分明朗了。如果你我对目前的生活感到心满意足，那么我们很少会想要让我们的生活方式有重大改变。何苦呢？俗话说：谁都愿意好景常在。

就个人而言，我们往往是生活中碰了钉子才想要变个样。个人危机，不得不反省的人生痛苦，以及试验完全是陌生的事物时的恐惧，我们都曾有过经历。然而只是在旧的方式不再有用的时刻，我们才会拼命寻找出路。我们会手忙脚乱地探索各种可能性，把我们的神经和感情系统整个地调动起来。我们好不容易找到了一、两条似乎是行之有效的出路，就紧紧抓住不放，至少要直到危机再次来临。

个人的历史与社会历史没有很大的不同。两种情况下知足而乐都标志空白阶段，而危机则标志创造阶段。不幸的是，大多数（但决非全部）现代历史学家提出的观点却与此相反。因此我们不得不先撇开我们的常识，看一看他们对这个问题的观点。

闲暇或剩余历史说认为，只有当人们创造了一定的财富剩余从而有足够的闲暇去思索、试验和调整的时候，人们的态度才会发生重大的改变。比如有人常常指出如果狩猎-采集型社会不是首先创造了一定剩余的话，是永远也不能过渡到农

---

* 阿诺德·汤因比，英国历史学家。他认为某一文明的幸存取决于它是否能成功地应付各种精神和物质的挑战。——译者

** 奥斯瓦尔德·斯宾格勒，德国哲学家，著有《西方的没落》等书。——译者

*** 奥尔特加-加塞特，西班牙哲学家。——译者

业社会去的。他们的理由是食不果腹的人"很难把资源投入到收获这一未来事件中去"。换句话说，饥饿的人是不会为了照料农田而一连五、六个月停止狩猎和采集的。

这个论点乍一听不无道理，却经不起仔细推敲。让我们假定一个狩猎-采集型社会成功地创造了一定的剩余。这就是说他们的环境里贮备着绰绰有余的动物和水果可以满足他们的各种需要。既然如此，那么他们还有什么必要去放弃他们的生活方式，有什么必要去掘地耕耘，从此过上一种凶吉未卜的生活呢？万事如意之时谁也不会想去改变他们的生活方式的——除非他们疯了。既然我们都不会提出一种"疯人"历史观，那么闲暇或剩余历史说的模糊的思想方法一定是落实在别处无疑了。毫不奇怪，这种思想方法可以追溯到机械论模式。现代的世界观认为，历史是一个不断进步的过程，在这个过程中每个时期的财富剩余为发明新的工具和技术提供必要的剩余时间。这些新的工具和技术反过来又创造了更大的财富剩余，为进一步发明更高级的工具和技术赢得更多的时间，如此等等。世界机器被不断地精简、改进、扩大，而我们的生活也就蒸蒸日上。这就是我们的现代世界观。毫不奇怪，我们的世界变得越发不可捉摸了。实际上历史的进程与长期灌输在我们头脑中的历史观完全相反。

所有的迹象表明，狩猎-采集型社会是出于需要才开始耕作。只是当猎物与可食用的植物日见稀少，新的疆域开发殆尽，进一步的地理扩张越来越困难，生存的危机意味着必须进行新的实验时，人们才开始尝试新的办法。旧的狩猎-采集生活方式越来越不经济，最后耕种就取而代之了。对现存的狩猎-采集型社会的研究证明了"贫乏——危机——试验"的观

点。我们也没有必要拘泥于这一个重大历史转折，因为我们也不乏这以后的人类文化重大变迁的记录。这些记录都毫无例外地证明了历史变更的原因是现存能源的耗散而不是财富的积累。这就是说历史是热力学第二定律的反映。熵的整个过程总是趋向熵的最大值，每一事件的发生总要耗散一定的能量。当熵的不断增加引起了某一能源环境的质变时，历史就达到了一个危急的分界线。在这个危急的过渡时刻，陈旧的办法失去了作用。环境的熵变得如此之大，以致社会必须进入一个新的能源环境，创造新的技术模式，产生新的社会、经济和政治机构。

熵定律还表明了，就有效能量而言，每一次这样的环境质变都会比上一次更加剧烈和严酷，因为经过每一个阶段，世界上的有效能量贮备都被耗散到一个更低的水平。世界的混乱程度不断增加，而有效能量的总和却日益减少。人的生命就越来越难以维持，为在日益贫瘠的环境里求生存而必须付出的功就越来越大。能源环境的日益严酷，使人类不再有时间光靠自己来完成维持生计所必需的额外工作。于是在历史的每个阶段，人们都不得不发明更复杂的技术，以维持一个勉强过得去的生活水平。

牛顿模式的追随者自然不能容忍这种观点。他们坚持认为日趋复杂的新技术能让效率更高的非人类能量来替代效率较低的人类能量，从而不断创造更大的财富。所有这些都将大大减轻人类生活的负担。这就是进步的意义之所在。用对非人类能源的使用来衡量人类进步的做法并非罕见。在狩猎-采集型社会里，人们必须在很大程度上依靠自身机体的力量，并把它作为主要的能量来源。一个普通男子能产生大约十分

之一马力的力量。牛顿模式的信徒们会说：把这个数字与现代技术赋予一个普通美国人的成千上万的马力比一下，那么谁还会怀疑历史就是进步，现代人的生活要比古人好得多呢？这样的思维方法有这么一个前提，即能量流通越大，社会效率就越高，文明进步就越快，世界就越有秩序。

现在是彻底消除这种无稽之谈的时候了。诚然，每一项新技术的发展的确加快了能量提取和流通的过程。但我们不能忘记能量是既不能被产生又不能被消灭的，而是只能从有效状态被转化为无效状态的。因此，每一个由加快能量流通的新技术所体现的所谓效率的提高，实际上只是加快了能量的耗散过程，增加了世界的混乱程度。能量流通过程的加快，缩短了熵的分界线之间的距离。在狩猎-采集型社会被迫过渡到农业社会以前，人们花了好几百万年才耗尽了环境中的能量。然而农业环境从开始到最后“不得不”过渡到工业环境，却只有几千年的时间。只过了短短几百年，人们又耗尽了工业环境的能源基础（即非再生的能源），开始面临一个新的熵的分界线。

如果我们把效率定义为减少工作量的话，那么维持个人生存所需的能量越大，效率也就越低。这就和流行的观点截然相反。所谓工作，归根到底就是对有效能量的耗费。现代化工业社会的每个成员为了维持生命所必需“用完”的能量比100万年以前的人要高出1,000多倍。如果我们自欺欺人地认为我们用机器代替了人力劳动，工作量就因此“减少”了，那就太可悲了。

纵观人类历史，我们会发现一些比较例外的文化在同样的能源环境里幸存了更长的时间，并成功地从殖民阶段过渡

到了极点阶段。对这些文化来说，适应现存的能源环境就意味着降低能量流通速度，从而减慢整个能源环境熵的增值。当然，即使是适应能力最强的极点系统也不能阻止某一特定能源环境的最终质变。但问题是熵的不同分界线之间相隔的时间到底有多久？观察一下那些已经进入能源环境"持续状态"的文明人如何把世界看成一个封闭系统，那将是十分有趣的。他们明白自己已经充斥了这个系统而且没有退路。"根据条件许可来生活"对他们来说已成了第二天性的问题。

然而现代世界观却反映了一个完全不同的观念。机械论模式强调的是运动中的物质，它注重的是运动与距离。这种模式离不开不断增长的形象，而一有极限就意味着失败。我们的时代精神是扩张和征服，而新的世界毕竟是征服不尽的。只是人类人口每隔 40 年就要增长一倍，而且人类似乎正在把世界的每一个角落都挤得满满的。寻找有用能源越来越困难，连要找个地方来排除能源的废料也不容易。我们终于要达到地球的最终极限了。在熙熙攘攘的人群深处，我们终于听到了一个新的声音。这个声音越来越响亮，它告诫我们必须学会"根据条件许可来生活"。人类殖民阶段的丧钟终于敲响了。

然而还有人对此置若罔闻。开发新边疆的精神今天仍然十分活跃，空间技术的热心者们声称我们可以永远不断到其它星球上去开拓与开发。他们的美梦不会实现。仅仅把地球 6 天内出生的人送入空间就要花去我们整整一年的国民经济总产值。天文学家还告诉我们，气候条件与地球相似的太阳系中，最近的行星离我们也有 10 光年。依靠我们现有的技术，那么去那里就要花上 100 年时间，而且即使去了那里谁也不

能保证人类能够生存下去。还有人认为人类可以在其它星球上按自己的需要开发并运回贵重的资源。这真是荒唐透顶。在地球上开发更多能源的代价已经高得出奇，即使我们能够找到具有能为人类所用的资源的行星，我们也无论如何支付不起在遥远的行星上开发并运回资源的巨额开支。

只有有意识地尊重我们称之为地球的这个封闭系统的资源极限，我们才能作出对于人类的继续生存具有重大意义的调整。我们的生存，以及所有其它形式的生命的生存，都取决于我们与自然和解、与生态系统和平相处的决心了。如果我们能够做到这一点，能够给自然再生过程以足够的时间来医治我们给地球带来的创伤，那么人类和其它所有形式的生命在这个地球上居留的时间就能更长一些。

如果我们一意孤行，继续用我们的殖民方式摧毁地球上的一切，那么人类总有一天会走上穷途末路。我们会大难临头，发现地球上的物质和能量已消耗一空。即使我们完全转向极点的行为方式，熵值较低的地球宝藏已经所剩无几，自然再生过程也已经不能再度恢复生命延续所必需的生态平衡了。

从殖民生活方式到极点生活方式的过渡是人类迄今所经历的意义最深远的过渡。我们正站在这个十字路口上。

3.2 最后的能量分界线

只要我们略为观察一下两个重要的历史时期，就会发现历史确实是在按熵定律发展。让我们来看一下公元四世纪

到十九世纪的西欧，这段历史对现代世界模式以及我们美国的生活方式的形成有着重要意义。历史学家们把这十五个世纪划分成两大部分：中世纪和工业时代。文艺复兴通常被看成是两个时代之间的过渡。

流行的教科书通常把从中世纪到现代的过渡归功于人类思想的伟大复苏——好象这以前整个人类莫名其妙地决定停止思想，整整冬眠了几百年似的。虽然学者们为新教徒改革，资产阶级和资本主义的兴起以及在这些重大变革中开辟的商业通道的意义争论不休，但很少有人费心去讨论这些变革背后的真正原因。事实上十三到十六世纪之间是西欧一个重大的熵的分界线。木材，这一中世纪生活的能源基础日益短缺，人口的增长进一步加剧了木材的匮乏。人们开始寻找出路，终于以煤代替了木材。从以木材为主的能源环境到以煤为主的能源环境的转变，深刻地改变了整个西欧的生活方式。从木材到煤的能源环境是中世纪灭亡、工业革命出现的主要因素。

今天的欧洲对每一块空间的有效利用，都给参观者留下了深刻的印象。每一件东西似乎都按几何形状和尺寸安排得井井有条，即使是空地，看上去也象是规划过的，仿佛整个欧洲大陆从鸿蒙初辟之时就被规划得一丝不苟、毫厘不差。很难想象公元四世纪的时候，这块大陆还只是从阿尔卑斯山到喀尔巴阡山脉之间的一片广袤的密林。一只鸟在森林上空飞上几百英里也很难看见一块空地。偶尔有几块林中空地，一缕青烟会从那里升起。篝火边有几座草屋，几十个人在森林边缘来回忙碌。

西欧的土壤与中东半干旱地区份量很轻的土壤有很大的差异。西欧气候潮湿，土壤又粘又沉，耕耘十分困难。环境的

特点给耕作带来了一些基本的变化，这些变化深刻地影响了欧洲大陆未来的发展。

古罗马的旧式扒犁不够坚固，耕不动欧洲肥沃但又沉重的土壤。到六世纪中期，斯拉夫农民开始使用一种更结实的新式犁。这种十字型的犁有轮子和两片刀刃。它装有"一刃竖直的刀片用来开沟，一把水平的犁头，以及一块模板用来翻土"。这种新型的犁耕起地来非常有力，使传统的交叉耕耘法失去了作用。

这种新型的十字型耕犁改变了整个农业生活的结构。十字型耕犁很沉重，需要把8头耕牛编成一组才能带动。既然没有任何农户拥有这么多耕牛，那就必须把牛集中起来共同使用。同样重要的是，使用新式犁以后再把土地划成私人占有的小块就不合算了。这种又大又沉的耕犁最适合在大片空地上使用。这两个原因使集体耕种成了北欧封建领地大部地区的基本模式。

到公元九世纪，十字型耕犁已被引入欧洲大陆许多地区。由于它特别适合耕种河谷地区的肥沃土地，因而导致了大片低地森林的毁灭，因为人口不断增长使越来越多的森林被开发成为耕地。

十字型耕犁问世以后，又出现了两项新的技术。在北欧的一些土壤肥沃地区，人口的增长不断加快，这就迫使收成也必须相应地增长。三熟循环制就这样取代了传统的两熟制。两熟制让一半耕地休闲以恢复土壤的肥力，而三熟循环制却只让三分之一的土地休闲。后者有几个优点。首先生产力提高了三分之一，其次耕耘总量又减少了九分之一。当然，这种近期内增加收成的做法只是加快了土壤肥力的消耗。通过土地

使用率的提高，三熟制加快了土壤能量的耗散过程以及熵的过程。

三熟制还使马匹代替耕牛成了可能。马的工作速度是牛的两倍，但除了草之外它还要吃谷物。由于采用三熟制而增加的耕地提供了能用来喂养用于耕地的马匹所需的剩余燕麦。但在有效地使用马来耕地之前，人们还必须完成三项技术改进。到公元十一世纪，现代的马軛已开始使用，铁制的马蹄已经发明，那种一前一后纵列套马的方法也日趋完善。这三项技术使马队能拖动更重的十字犁，从而使耕种的速度大大加快。

十字型耕犁、三熟循环制以及马匹的使用，大幅度地提高了现有土地的生产能力，并激励人们去开发更大面积的土地。公元九世纪到十三世纪的农产品剩余，导致了人口的急剧增长。人口的增长反过来又迫使人们过度开发已有的耕地，并且毁灭了更多的森林。每一个熵的重要分界线到来之前总要出现的那种恶性循环已经开始。技术的进一步完善增加了能量流通和人口的数量，加快了熵的过程。到十四世纪中叶，一个熵的分界线终于到来了。人口的增长超过了能源基础所能承受的程度。土壤侵蚀和木材短缺严重地威胁着西欧和北欧人民的生活。到十二世纪，欧洲的部分地区引进了风车(水车使用更加普遍)，从而挽救了本来已不能再使用的土地。但这么一来森林更加减少，人口更加增长。

历史学家威廉·麦克尼尔认为：

> 到十四世纪，西北欧的许多地区人口仿佛达到饱和。公元九世纪开始的边疆扩张导致庄园林立，耕

地遍野，结果，至少在人口最密集的地区，森林已经所剩无几。因为森林是燃料和建筑材料的重要来源，它的锐减给人类生活带来了严重的问题。

这个经济问题又因为要养活急剧增长的城市人口而变得更加严重了。从十一世纪开始，城市，作为人们交换剩余农产品的贸易中心，如雨后春笋般地出现。现在人口增长快于农业增长，人们已不再有剩余的农产品用于交换，城市便开始崩溃。中世纪经济、社会和政治生活的结构开始瓦解。就在这个历史时刻，一种新的能源基础开始出现。这种能源基础有一部分一直存在到今天。

要领会中世纪能源危机的真正意义，我们必须懂得木材对当时生活是何等重要。就象我们今天的矿物燃料一样，木材在当时几乎处处要用。刘易斯·芒福德为我们开了份主要用途清单：

> 木匠的工具除刀刃外全用木材制成。耙、牛轭、牛车以及篷车也是用木材制成。木材用来做浴室里的澡盆、木桶和扫帚，欧洲有些地方的穷人还用木材来做鞋。农夫和织工都离不开木材。木材可以制成纺织机、榨油机和酿酒机。印刷机发明了整整一百年后还是用木材制造的。就连城市里的输水管道和水泵的圆筒往往就是树干……船是木制的，主要的工业机械也都是木制的。

芒福德在总结木材对当时人生活的重要性时说："木材是

重要工业资源，它是原材料、工具、机器、生活器具、燃料以及最终产品。”

虽然林地的不断开发大大减少了有用木材的贮备，但真正导致木材恐慌的却是高度发达的商业活动。新兴的玻璃和肥皂工业需要大量的草木灰，然而对木材需求最大的是制铁工业和造船业。到十六世纪和十七世纪初叶，英国木材危机已经十分严重，结果成立皇家委员会来管理森林的砍伐。委员会的条例无济于事。与十五世纪末期的木材价格相比，十七世纪三十年代的木材价格上升了两倍半。

人们用来解决木材危机的办法是煤炭。但它不仅是一种能源基础代替另一种的简单问题。既然欧洲的所有文化已被统一在一种以木材能源为基础的生活方式之下，那么这个变化就必然导致整个生活方式的急剧变化。人们的生产、衣着、旅行等行为方式，以及政府的统治形式，都经历了天翻地覆的变化。

这场危机是在十三世纪亨利二世时代的英国爆发的。纽卡斯尔城的木柴告罄，有人活活冻死。于是国王恩准百姓改用煤作为能源。

教皇庇厄斯二世于十五世纪记录下了他出访苏格兰时的情景。他吃惊地发现衣衫褴褛的贫民排在教堂门口“接受教堂施舍的黑色石块，然后心满意足地离去。他们燃烧这些黑色石块，来代替他们国家所缺乏的木材”。到 1700 年，煤开始取代木材成为英国的能源基础。不到 150 年西欧许多国家也都用起煤来。

如今我们把煤取代木材看成是一个飞跃，是进步势力的巨大胜利。可当时的人们却不是这样认为。煤在当时受到鄙

视，是劣等能源。煤很脏，带来了大量污染。1631年埃德蒙·豪斯哀叹道："人们只能以煤取火，殷实之家亦不例外。"

煤比木材更难开采、加工，因此把它转化到有用状态要耗费更多的能量。这一点也可以在热力学第二定律的作用中找到答案。世界上的有效能源不断被消耗掉，而最先消耗的总是最容易得到的能源。后一个能源环境所依赖的能源总要比前一个能源环境的主要能源更难获得煤的。开采和加工比树木的砍伐更困难。而石油的开采和加工还要困难。分裂原子以获得核能就更麻烦了。里查德·威尔金森在《贫困与进步》一书中回顾了人类经济发展的历史：

> 在经济发展过程中，人类被迫不断更换他所依赖的资源以及开发这些资源的手段。随着他们的资源日益减少，人类不得不逐渐发展起日趋复杂的加工生产技术……就其广义的生态学内容而言，经济发展的过程就是日益彻底地利用自然环境的手段的发展过程。

威尔金森的论点尽管许多人难以接受，但是十分正确。我们一贯理所当然地认为历史进程的飞跃是由于某一个人找到了更有效的方法。殊不知这些所谓的有效方法实际上只是为了适应更为贫瘠、严酷、更加难于利用的能源环境而找到的不同出路而已。就象威尔金森所提到的那样，每一种新的方法最终需要更多的功（或能量）——即使作功的是非人类能源。蒸汽机的发展就是一个很好的例子。

学校教员讲起工业革命时总是说，有一天一位叫詹姆

斯·瓦特的年轻天才正在他的车库或什么地方敲敲打打，忽然发明了他称之为蒸汽机的那个小玩意。全世界很快就知道了这个发明，于是一眨眼工业时代就轰轰烈烈地到来了。从来没有人告诉我们早在公元前三世纪希腊人希洛就已经设计了一台蒸汽机。只是因为希腊人有的是奴隶，并不需要蒸汽机来干活，因此它只是成了宫廷玩具。且不说希腊人怎么样，让我们来看一看现代蒸汽机发展背后的真正原因。这将向我们生动地表明重大的技术变革（而不仅仅是现有技术的改进）是由能源环境的变化引起的。

现代蒸汽机最初是用来开采煤矿的。为了获得新的煤源，煤矿在地下被越挖越深，因此井下通风以及如何把煤块运出矿井就成了很大的问题。十七世纪的煤矿还面临着另一个困难。当煤矿挖到一定深度时，就碰上了地下水，于是人们又必然考虑排水的问题。所有这些问题都需要有一个技术来解决。于是蒸汽机就应运而生了。一个叫托马斯·萨弗里的人于1698年获得了第一台蒸汽水泵的专利权。

蒸汽水泵不过是直接产生于新的煤炭能源环境的一连串机械发明中的第一个。蒸汽水泵的发明刚刚解决了采煤问题，马上又出现了一个同样棘手的问题：如何将煤运送到分布在全国各地的市场上去。用马车在陆地上运送十分沉重的煤不甚方便。英国当时的大部分道路还没有铺上路面，煤车的重载会在泥地上留下深深的车辙，一到雨天就成了泥沟，根本无法通行。同时由于耕地奇缺，不能生产足够的庄稼来同时养活人和马匹，于是喂养运输马匹的费用就变得日益昂贵。为此人们发明了蒸汽机车和火车路轨来解决运输危机。与蒸汽水泵一样，蒸汽机车是人们用来对付新的能源环境的技术措施。

蒸汽水泵和蒸汽机车同时为接踵而至的工业时代奠定基础。

与木器时代的斧子、马匹和车辆相比，蒸汽水泵与蒸汽机车的耗能技术要复杂得多。然而当时的能源环境也要严酷得多。在整个历史发展过程中，科学技术的重大变化总是呈现出日益复杂，能量消耗越来越大的趋势。每一次重大的环境变化都趋向于采用更加稀少的能源。

每一种新的环境的产生不仅意味着所需工作量的增加，而且每一种新的技术又往往被看成是旧技术拙劣的替代。有时人们能立刻意识到这一点，但有时人们要等到新的方法完全站住脚后才渐渐明白过来。就拿罐头食品和盒装食品来说吧，尽管加工食品曾在很大一段时间内被誉为更优越的食品，但，要是今天人们能够在加工食品与新鲜食品之间作选择的话，很少有人会挑选前者。生产加工食品要比生产传统食品需要多得多的能量或工作量。

威尔金森举了衣物这一更有说服力的例子。史前人类曾用皮毛来遮身。但随着动物皮毛日渐稀少，人们开始被迫用羊毛来代替。到了十七、十八世纪，英国的人口增长对耕地的压力导致养羊更加不经济。当时，"羊吃人"成了一种十分流行的说法。人们要求更多的草场改为农田，这样一来就需要一种羊毛的代用品。那便是棉花，它可以在海外殖民地廉价种植，然后运回英国织成棉布。就象恩格斯在《英国工人阶级的状况》一文中描写的那样，人们对新发现的这个代用品不甚满意：

工人……一般几乎永远做不起一件毛织品的衣服。粗棉织品虽然比毛织品厚、硬而且重，但在御寒和

防潮方面是远不及毛织品的，……工人被叫做粗布夹克，而工人也这样称呼自己，借以和那些穿呢子(broad cloth)的老爷们相区别，而呢子也就成了资产者的标志。

今天的情形很相似，我们现在不得不越来越依靠合成纤维，但是，如果可以选择的话，许多人当然喜欢全棉或全毛衣服。

后来的织物代替了先前的织物，尽管人们不很喜欢，但这种代用品的生产仍然需要花更大的功(能量)。获取兽皮、制革、为全家人做衣服不花多大的功。饲养绵羊、剪羊毛、纺毛、缝制毛织物就需要更多的人以及人以外的能量。至于棉花的种植和加工，则要花更大的能量。说到合成纤维，从石油的钻探到大工厂印出最后的图案，这整个化工生产与皮革加工相比，制作一件衣服所需的功(能量)是大得惊人的。

这就是我们说的"进步"。技术的变革增加了每件产品的功的输入，从而加快了熵的过程和世界的混乱。关于这方面的某些具体问题，我们在以下两章中再作详尽探讨。

3.3 技　　术

"原来皇帝没穿衣服！"人们发现技术的真相时会发出这样的感叹。一旦我们揭开了笼罩在技术之上的神秘面纱，我们会发现技术所起的只是一种转化作用。任何人类天才创造出的技术只不过是自然界所蕴藏的能量的转化器。在这个转化过程中，能量流过社会和生命系统，满足了处于非平衡状况的生命(及其附属品)须臾间的需要。在能量流通的尽头，能

量被最终耗尽，进入了无效状态。

具有讽刺意味的是，当技术变得日益复杂，在世界上的影响越来越大的时候，我们开始把它看成一种脱离自然的独立存在，仿佛它能无中生有地创造出能源，或者鬼使神差般地增加现存的能源贮备。事实上，技术不仅不能创造，而且还要耗费有效能源。而且一种技术的规模越大、技术本身越为复杂，它所消耗的有用能量也就越多。我们有些技术确实显得神通广大，但它们与自然界一切事物一样，也摆脱不了热力学第一和第二定律的最终制约。技术无非是转化器而已。

虽然这一切都是再明白不过的事了，但我们还是自欺欺人地相信技术正在把我们从对环境的依赖中解放出来，其荒谬程度真是无以复加。生命不是一个封闭系统；人类与其它形式的生命一样，离不开与环境的交流。一旦离开了与环境的能量交流，用不了几天我们就会一命呜呼。技术虽然在物质上使我们与世界离得更远，但它却提高了我们对自然的依赖程度，因为要维持我们的文化模式与个人的生活方式所需要的自然界的能量是大大增加了。

我们还认为技术能给世界带来更大的秩序。事实又是恰恰相反。熵定律告诉我们，每当一定的有效能量被消耗掉，周围环境的混乱就会增加。现代工业社会巨大的能量流通，给我们居住的世界带来了极大的混乱。技术现代化的进程越快，能量转化的速度也就越高，有效能量就耗散得越多，混乱程度也就越大。

简而言之，我们正生活在奥韦尔式*的恶梦世界里。我们

* 乔治·奥韦尔，英国政治讽刺小说家。他最出名的小说是《一九八四年》。书中奥韦尔讽刺、抨击专制社会。——译者

现在相信，看来我们要创造的世界与实际上在创造的世界完全不同。就象奥韦尔的《一九八四年》一书中人们把战争当作和平，把谎言当作真理一样，我们已经相信混乱就是秩序，耗费就是价值，作功就是不作功。

我们的世界越是混乱，我们就越是不愿寻找问题根源。我们用技术的盔甲把自己越裹越紧，听不进任何批评。我们认识不到技术给我们的环境造成了什么后果，我们更认识不到技术给我们自身带来了什么样的影响。即使我们自己造成的这个支离破碎的世界与日俱增地威胁着我们的存在，我们还自以为丰衣足食，歌舞升平。

3.4 外部代价

技术的外部代价是目前比较流行的一个话题。它指的是由某一特定产品、程序、工程或服务项目造成的所谓副作用所引起的未曾预料的代价。人们现在对外部代价的概念越来越熟悉。一座核电站发生故障，使低辐射污染了环境后，立刻就会产生由一个公众、公用事业、设计者或政府中谁来赔偿损失的问题。这样的代价就被人们称为外部代价。政治家与经济学家谈起这个问题时，总是要把外部代价说成是有时伴随着技术的讨厌的副作用。这些副作用的代价固然很高，但是人们总认为技术的裨益远远大于它的外部代价，因此这些副作用还是可以被容忍的，是可取的。事实并非如此。

所谓“外部代价”只是一种搪塞，人们企图用它来帮助自己回避熵定律所造成的后果。每项新技术所造成的混乱决非

仅仅是副作用，而且从长远看这种混乱也不会小于此项技术所带来的裨益。否则的话，技术不就可以名副其实地战胜了热力学第二定律，当之无愧地登上我们给它的宝座了吗?不幸的是，每项技术所建立起的只是一个暂时秩序的岛屿，而在此同时这又会给周围环境带来更大的混乱。20年前没有一个美国人会这么想。我们当时都坚信技术利大于弊。如果技术一时失效或带来不幸的副作用，我们可以运用新技术来纠正旧技术的差错。然而今天你要是告诉人们一项即将问世的新技术将会使社会受益无穷，他们很可能持怀疑态度。不管是对政府的新计划，控制能源的新技术，还是其它什么灵丹妙药，人们的反应往往是："我们再看一看。"即使它们十分合算，但总有一种疑虑在折磨着我们："得不偿失的情形早晚会发生，只是我不清楚到底是何时何地何种方式。"原子能带来了核辐射和癌症。大型高速汽车赠予我们的是一氧化碳中毒和污染。熵定律无处不在，无时不在。《技术社会》的作者、最出名的技术批评家雅克·埃卢尔说："历史表明，在每项技术的运用中一开始就蕴藏着不可预料的副作用；这些副作用带来了比没有这项技术的情况下更为严重的灾难。"

要是有哪位技术师、政客或企业家安慰你说，行之有效的规划和领导能消除某一工程、产品或程序所带来的副作用，那你就考虑一下热力学第二定律吧。某一特定技术的副作用所造成的混乱的确可以由新技术的运用来加以克服，但这种解决方法又会造成进一步的混乱。埃卢尔还说："先前的技术必须有后来的技术作为补充，这就是新技术不断产生的原因。"这便是热力学第二定律，是无法回避的。但是，我们还是不理解为什么我们越把世界技术化，世界反而越是要出毛病。

用更新颖、更复杂的技术来排难解纷，只会给世界带来更大的混乱，就象火上加油一样。"能量转化器"用得越多，有效能量的消耗就越快，耗散和混乱也就越大。旧问题还未解决，新麻烦又接踵而来。

有人认为有史以来每种文化都使用过技术，而且多少都能作出适当调整，并无带来灾难性的后果。因此，我们为什么就不能这样做呢？这些人忽视了现代文化所运用的技术与以前各代文化的技术之间的根本区别。在工业时代以前的各个文明社会中，技术所起的作用受到了很大的限制。当时的技术只是一种工具，而不是组织人们生活的方式。而在世界机器模式里，技术已成了组织一切生命活动的方式。人们有意识地把它引入日常生活的每一个角落。可预见性与同步化成了我们的目标。只要我们的文化中还有任何地方没有被纳入技术化过程，那么它们就是不可预见的、失去控制的。有人说只要还有任何不可预见的地方，整个系统就不能真正顺利运转。

我们竭力把一切活动技术化、条理化，而结果只是加快了能量转化和熵的过程。科学家尤金·施瓦茨在《技术之技术》一书中把我们建立技术社会的努力比作一个大松鼠笼子*。"笼子里的技术师们为了停留在原地就必须越跑越快。然而与松鼠笼子里情形不同的是，他们跑得越快，就越是落在后面。每一个似乎项用的解决方法对残留的问题都有增值的作用。"由于环境的熵值已经提高，新的问题又要棘手得多。要维持与创造秩序的困难越来越大，代价越来越高。我们越是把技术扩散到整个文化中去，整个社会就越是支离破碎，熵的增加也

* 松鼠笼子是一种带圆筒状踏车的装置，供松鼠嬉戏，常被用来比喻无意义的重复动作。——译者

就越快，混乱程度也就越大。我们当代世界的危机触目惊心的道理就在这里。

为了使我们不忽略“指数增长”这个词，我们可以看一看它在技术社会的问题上是什么意思。生态学家G.泰勒·米勒举例说，如果我们把一张厚约1/254英寸的纸对折35次，它的厚度就将等于从洛杉矶到纽约的距离。对折42次，厚度就可以从你坐的地方直达月球。对折50次，纸的厚度就达到了9,300万英里，也就是地球到太阳的距离。技术社会危机指数的增长是一张通向生命和地球俱告毁灭的单程车票。

3.5 技术报酬递减律

哀叹美国技术衰退的文章充斥着美国企业界的杂志。由于技术优势是美国在世界上经济领先地位的强大后盾，这一现象自然引起了人们极大的关注。对于美国的技术后退，人们众说纷纭。有人将其归咎于拙劣的教育，也有人认为是由于赢利减少，无法调动投资的积极性。有些人则责怪政府的条例和限制，认为这些条条框框使新产品新工艺从发明到投入市场之间的时间拖长，从而使科学研究价格提高，风险增大。还有人向环境保护条例提出责难，认为这些标准限制了科学研究的手段以及新产品的应用。

在1976年美国国会联合经济委员会的听证会上，许多技术专家提出技术的报酬递减律*可能已经开始广泛地起作用。

---

* 报酬递减律是西方的一种经济理论。它认为在其它生产要素固定不变的前提下，在一定程度之后额外的投入将带来递减的产出。——译者

昔日美国的那种技术的长足进步也许已经一去不复返了。其中一位科学家的证词使在座的国会议员大为震惊。他指出在过去十年内美国为技术研究与发展花费了几十亿美元，然而真正具有百分之百市场价值的科学突破只有两项：耐久性熨压裤和袖珍计算器。毛病何在，出路何在？对此众说纷纭，莫衷一是，然而很少专家真正懂得技术报酬递减现象后面的真正原因。

让我们来追本溯源。技术并不是一种独立的力量，而只是能量的转化器。因此重大的技术突破往往是紧跟能源的质变而来的。特定模式的技术总是被设计来转化特定能源环境的能量的。例如，作为工业革命基本技术的蒸汽机就是为转化地表中的煤的能源而发明的。在新的能源环境的最初阶段，新的技术向每个方向发展。这个阶段奠定了新的能源环境的技术基础。人们进行了大量实验，各种各样的技术发展纷至沓来。随着技术的进一步完善，这些发展的单位价格往往变得越来越便宜。然而，技术模式的扩散和系统中能量流通的增大使环境的熵趋向无穷大，于是递减律就开始在能量流通的各个部分发生作用。进一步从环境里提取能量变得十分复杂、昂贵。以前的能量流通造成的混乱日益增长，大大地限制了新的技术可能性。当现行的技术"类型"不能再维持社会赖以存在的能源转化水平时，一个危机到来了。从此人们就必须把更大的精力用在对现行技术的调节之上，而不是去实现新的技术设想。因为人们既要解决不断增加的环境混乱所引起的问题，又要满足能源基础耗散情况下的能源需求。这就是美国今天的状况。

莫比尔石油公司主席小瑞利·沃纳说过："工业界不得不

把越来越多的研究费用花在对付环境、健康和安全条例上，因而与为重大科技发展而作的长期努力日益脱节。”诸如钢铁制造之类的工业花在污染治理设施上的费用竟达他们开支的20%以上。布鲁金斯学会的一项研究报告说明，诸如此类的开支使最近某一年美国经济的增长率下降了17%至20%。这项报告还估计，到八十年代中期，美国企业每年要为与环境有关的各种调整花费400多亿美元(按1975年美元值)。同时，美国石油学会估计由于能源基础的耗散，近年来还要多花费1,720亿美元来勘探和加工那些较难开发的矿物能源。

当一种能源环境接近自己的熵的分界线时，为之服务的技术类型就彻底崩溃了。最近一期《新闻周刊》刊登了一篇题为“发明”的封面报道，编辑直言不讳地承认了这一事实：“当然从某种程度上说，美国技术优势的衰退是大势所趋。美国已不再能够依赖其辽阔疆域中的天然宝藏……她的资源已被勘探，有些已被耗尽。”

应该强调指出，在某一特定的能量流通过程中，人们使用的技术和工艺都服从于一种共同的能源关系。经济机构的种类，交通运输与通讯系统的类型，以及城镇的位置、设计与管理，都来源于一个共同的能量流通过程。当一种能量流通过程达到熵的分界线，新的能源环境将取而代之的时候，为旧的能量流通服务的技术形式或者彻底变更，或者如多数情况那样随着能源渠道的干涸而完全衰亡。只要略为观察一下人类社会从木材能源过渡到煤炭能源，以及从煤炭能源过渡到石油能源时出现的技术和社会制度的变化，我们就能得出这个简单的结论。

3.6 制度的发展

历史学家认为在一种文化或文明发展的某一阶段，会出现一个普遍化的过程。也就是说，人们会协调行动，加强对各种政治经济活动的集中控制。直到最后无法再进一步巩固，这个文化或文明就开始走上了分崩离析的道路。但在这以前，人们总是用不断升级的集权控制来应付一次次袭来的危机。毫无疑问，凡是正在实现工业化的国家情况就是这样。它们最终必须通过建立新的控制和管理形式来应付每一次新的社会及经济上的危机，从而使权力落入圈子越来越小的一部分人手里。很少有人会用放权，让更多人承担责任的办法去拯救危机。社会机构和程序的日益庞大、复杂与集中的趋势，就是我们在技术的各种形式中看到的同样趋势。这是熵定律起作用的结果。

同机械结构一样，经济和政治机构也是能量的转化器。它们的职能是促进社会的能量流通。在一种新的能源环境的初期，经济和政治机构往往比较灵活。这是因为早期的能量流通主要被用来为新的能源环境创造能量转化器（技术）。虽然也有一些能量通过了整个系统，但很大一部分却被用在能量转化器的制造上了。在这一阶段，经济和政治机构更主要是起着计划和调节的作用。因为它们的作用是革新，所以就需要有一定的灵活性。

即使是那些在技术发展的起步阶段强调对其成员严厉控制的社会，它们的经济和政治机构仍须相对灵活简单，从而

充分利用一切值得探索和试验的技术潜力。

在一种新的能源环境的最初阶段，广大社会成员往往被剥夺了能量流通的很大一部分，因为它必须被用来创造能量转化的新基础。人们对旧的能源环境结束时的那种贫困和混乱还记忆犹新，因此往往能够容忍严酷的生活条件和严厉的政治统治。十七至十九世纪那些被剥夺土地赶进城市贫民区的无数欧洲农民就有过这种经历。工厂与工业城镇条件虽差，但农村的情况更糟。那里木材短缺，土壤贫瘠，过剩的人口造成了饥饿和恐慌。

在新的能源环境的第二阶段，越来越多的能量开始直接流向社会系统。在这个阶段，初级的技术基础已经奠定，技术开始蓬勃发展。人们就是在这个时刻感觉到了熵的过程的作用。能量流通的副作用开始在整个流通过程中造成巨大混乱。

这样的混乱一般有三种类型：由于能量转化成各种产品和服务项目而造成的混乱；个人与团体之间的能量交换所造成的混乱以及能源废料排除过程所造成的混乱。我们前面提到过人们的生存离不开能量流通；人们不断参与能量的转化、交换和排除过程。我们为生存而工作，购买货物，与别人交换产品并扔掉废物，这就是能量流通过程和经济生活的全部内容。我们每次在某一产品或服务项目中投入了自己的劳动，我们就耗费了一定的能量，并使环境的熵有所增加。我们每次用金钱来换取某个产品或某项服务，我们使用的合法货币就代表着对我们以前所投入的能量的报酬。归根到底，货币只是对贮存着的能量的债权而已。工资就是对人们所作的功或所耗的能的报酬。我们每次扔掉某些东西——不管是一件旧

大衣还是前一天的残羹剩饭——一定的能量就被耗散。混乱的类型、范围与规模取决于能量流通过程是如何建立起来的。某一社会劳动（即能量转化）的分工、社会各阶层与团体之间的能量分配（即能量交换）和能量流通中每个阶段的废料处置方法（能量排除），决定了正在出现的混乱的社会、经济和政治性质。

随着能量流通过程中的混乱日益增加，流通本身会被阻断。要维持最大程度的能量流通就必须对混乱程度越来越大的整个系统注入新的秩序。经济和政治机构的职责不断增加，范围不断扩大，并开始起着维修的作用。官僚机构随着一个个危机而不断滋长。当能量流通过程中某一处的混乱程度激剧增长，以致威胁到部分或整个社会的正常运转时，社会就动用特定的机构来清除障碍。社会机构因被迫吸收和控制不断增加的社会与经济混乱，因而变得臃肿庞大。面对逐步升级的混乱，这些机构束手无策，开始遭到周期性的破坏。于是产生更新甚至更加庞大、权力更加集中的机构去重新改变混乱局面，就这样不断循环发展下去。

与此同时，国家还尽可能地把自己的控制扩张到新的地理区域，以获得新的有效能源来弥补现存能源贮备的消耗。一切帝国主义和殖民主义的扩张都是以掠夺新的能源为目的的。当然，新的征服需要耗费更多的能量来供养军队，制造武器，还需要一套官僚机构来统治和管理新的殖民地。国家机构的规模也就更大，国家同时也更具有极权性质了。

最后，社会进入了第三阶段。社会的官僚机构联合体（经济和政治组织）的庞大与极权发展到了社会所提供的能量已维持不起的程度。人们只需了解一下维持多国公司和庞大的

政府机构的日益增长的开支，那么他们一定会注意到在管理这些公司和机构所耗费的能量越来越大的同时，它们的效益却越来越低。本来应该是帮助文化中能量流通的社会机构的联合体反而成了寄生虫，吸尽了剩余的能量。在最后阶段，环境中的能量已无法维持社会机构的联合体，后者便开始分崩离析了。面对外来民族的入侵以及内部的暴乱和革命，社会已经无能为力，接近熵的分水岭。古代埃及、美索不达米亚、罗马以及远东各河流哺育下成长起来的文明的兴盛与衰亡，都是这种发展过程的古代例子。但是任何一种我们所熟悉的重要文明都经历了同样的历程。

这是不是唯一的发展过程呢？人类是否将永远陷在这样的社会发展的模式之中不能自拔呢？只要人类还情愿停留在殖民的生活时代而不是极点时代，那么对这个问题的回答就只能是肯定的。

在殖民的生活时代，人们总是一味强调能量流通的增长。我们已经看到，不断增长的能量流通总是加快熵的过程，增加混乱的积累，从而导致官僚机构的进一步复杂化和极权化。在这里我们还要顺便提一下，用“殖民化”这个词并非偶然。十八和十九世纪帝国主义列强对海外领土的殖民化就是我们前面所概括的历史发展规律的一个生动例子。殖民政府的建立就是为了增加从殖民地到母国* 的能量流通的。随着熵的进程不断加快和混乱程度日益提高，殖民政府被迫扩大官僚机构和军队，把流通过程中的大量能量转移到维持自身的存在上去。最后，母国再也无法维持占领军和殖民地政府的存在。占

* 殖民主义者用“母国”称其本国。——译者

领军和殖民地政府对殖民地能源的依赖与剥削使殖民地人民忍无可忍，最后将它们彻底推翻。

只有极点的生活方式才能减慢社会机构的复杂化和集权化的进程。通过把能量流通降低到最低水平，人们可以减慢(但不是终止)熵的进程，缓和混乱局面。如果能量流通能被长期维持在一个较低的水平上，那么负责它在社会系统中的转化的社会结构也就可以被稳定在一个较低的增长水平上。只有当一个社会企图从环境中榨取越来越多的能量时，社会结构(以及其它技术)的复杂程度和集权程度才会一起增长。因此，极点时期的生活方式选择的是小型的、权力分散的社会结构，而殖民时期的生活方式则偏爱集权制的庞大社会结构。

3.7 专 门 化

专门化是随着不断增长的复杂化和集中化而产生的。技术社会中一切事物，甚至人类，都成了不断变得庞大的社会机器的组成部分。当社会的总体功能变得日益复杂集中时，每一个个别的功能就变得更加精细、更加有限，它的存在也就日益依赖同一系统中的其它功能了。

任何对机械略知一二的人都能马上告诉你，一部机器越是简单，部件越少，会出毛病的地方也就越少。简单的机械更加灵活，更能适应变化着的要求。相反，我们技术社会的职能分工是如此之细，以致任何部分一出毛病，整个系统就会陷入瘫痪。

1965年11月9日，大约有3,000万美国人亲身体验到，

一个很小的具体功能出了差错能给过分专门化的社会带来什么样的后果。那天傍晚，加拿大安大略一家发电厂的一个小小的继电器发生了故障。几分钟内，几乎整个美国东北部都停电。成千上万的人被困在电梯和地铁里。街道红绿灯全部熄灭，整个东海岸交通堵塞。夜幕降临后，那些地区便陷入了一片黑暗。没有电灯，没有暖气，他们赖以生存的技术社会的其它许多设施全都没有用了。

在日常生活中，我们也能找到过分专业化社会脆弱之处的证明，这些证明虽然不象以上事例那么富有戏剧性，但影响却也非常深刻。如果加里*钢铁工人的罢工持续太长，那么即使丹佛市百货公司的一位出纳员那样的人也可能会被解雇。没有钢铁，汽车厂就不能开工。一旦三大汽车制造厂停止或减少生产，那么制造塑料和玻璃的汽车配件工业也必须降低产量。既然美国每六份工作中有一份与汽车工业有直接或间接的关系，那么减产或停产几个星期，整个经济便会出现衰退。购买力的下降会使到丹佛那家百货商店买东西的人减少，那位出纳员就会因此丢掉饭碗。

技术专门化如此严重地限制了社会各种职能的行使范围，以致人们不可能重新调节某一特定职能，使它来完成一个不同的任务。社会每一组成部分都各司其职。职能的性质一旦变化，这个组成部分就毫无用处了。人的专门化也是如此。我们生活在专门知识的局限之中。脚病医生只会医脚，医不好任何其它疾病。反托拉斯律师只通晓反托拉斯法，而对离婚法却一无所知。遗传学家知道的只是基因和染色体，但不

---

* 美国印地安纳州的一个城市，是世界上最大的钢铁产地之一。——译者

能指望他了解丛林的生态变化。《职业名称辞典》罗列了美国两万个以上的专门职业。我们已经发展到了每个人的知识越来越精而知识面却越来越窄。最后我们将进入一个无所不知而又一无所知的社会。

生物学家告诉我们，过分的专门化是导致一个种类灭绝的最主要的原因之一。当一个种类在某一特定类型的生态系统中变得过分专门化时，它往往不能适应环境的变化。它不再具有那种度过危机所必需的灵活性和多样性。人类社会也是如此。我们今天的社会已经如此过分地专门化，对现存能源环境如此依赖，以致我们已失去了过渡到一种全新的能源模式所需要的灵活性了。

3.8 世界观与能源环境

我们现在可以提出一些中心问题了：牛顿机械论世界观为什么会占统治地位？为什么它现在还在影响着我们？为什么偏偏在热力学第二定律提出整整一百年后的今天，熵定律会作为与牛顿世界观相抗衡的模式而出现？

我们已经看到，一切生命的基础都是最终来自太阳的能量。整个历史过程中技术和社会机构起着转化的作用，它们把能源从环境中转化出来，使它流过人类社会系统。人类文化所发展的特定技术和社会机构的类型反映了人们生活在其中的能源环境的类型。这是因为不同类型的能源环境需要不同类型的转化器。还有一点到现在应该也是同样显而易见的，即某一文化或文明所有的世界观是这种文化或文明所处的特

定能源环境的反映。世界观对人们为什么以某一特定方式来组织一切生命活动作了解释。当能源环境发生变化时，人们也不得不改变他们的办事方法，即改变他们从环境中转化能量的方法。当人们与世界的相互关系发生基本变化时，他们的世界观也相应发生变化，从而来反映、说明、促进、解释新的环境。

这并不是说从一种能源环境里只会出现一种世界观。事实上，类似的能源环境曾孕育了不同的世界观。但是任何一种世界观都必须与同它相互作用的能源环境相适应。各种不同的狩猎-采集型文化的各种世界观在农业环境中毫无用处，如同农业社会的世界观不会在发达的工业环境里有任何价值一样。因此能源环境为人们规定了他们可以在其中选择自己信仰体系的大致界线。

以牛顿的世界机器模式为例。它出现于公元十七、十八世纪。当时的欧洲文化正从有史以来第一次从再生能源为基础的能源环境转变为非再生能源为基础的能源环境。这个转变使人类从一个体现为循环流通的世界进入了一个数量和贮存的世界。世界观也因此经历了同样剧烈的变化。

围绕着再生能源的转化而组织起来的文化把世界看成是一个不停的季节变迁。出生、成长、死亡与再生的循环是质的过程。能量来源是活泼而丰富多彩的，对再生能源来说，秩序和衰亡的概念不断提醒人们世界是如何发展的。古代希腊和早期基督教的世界观反映了一个基于活生生的、能够再生的能源环境。

我们把再生能源与非再生能源作个比较。煤和石油是以无生命的数量来计算的。它们可被一分再分，而个体部分仍

有着与整体相同的性质。一小片煤屑与一大团煤在结构上几乎毫无区别，但一株植物的叶片却与它的茎或根相去甚远了。非再生能源是一定量的贮备，很容易对它进行数量分析和精确计算，并排出先后秩序。然而再生能源却在不断地变化流动着。它们从来不会静止，而是始终处在生成的过程之中，很难对它们进行精确的测量。牛顿的世界机器模式有着准确的数学公式，它强调计算精确，与地点、距离有关。这种模式完全适合有效地控制非再生能源基础这一目的。

学者们常常在思索，为什么无止境的进步这一观念会与把世界当作一部机器的观念一起站稳了脚跟。答案可以在非再生能源基础中找到。人们终于第一次找到了这么一笔积累了30亿年之久的永世不竭的太阳能贮备。当社会贪婪地一头扎进了这一大笔能源财富时，人们渐渐把循环和季节的概念置于脑后。有了贮存了几十亿年的太阳能这棵摇钱树，人们再也不必等着太阳每天普照大地来创造能量和生命了。我们有足够的能量来取代太阳能，因此也就不必让自然按其自身的规律去发展了。时间失去了它与事物自然发展的联系，它的真正功能成了对贮藏在煤层、油田中太阳能的开发速度的衡量。怪不得牛顿模式的时间是可以加快或减慢，前进或倒退的了。

有了非再生能源我们就可以随意把太阳打开或关掉。只要我们高兴，就可以把太阳升起的时间延长一倍，因为我们与之打交道的是"贮存起来的太阳"——一个我们可以从地底下挖掘出来任意加以处置的太阳。有了非再生能源，人们深信他们不再依赖自然，并可以按自己的意图重新组织世界。我们再也不必为耗散、衰亡和混乱而忧心忡忡。时间可以被控制，能

量可以被创造，而物质进步也就有了保证。

牛顿的世界机器为这种对待生活的新观点，组织其活动的方式提供了依据。这个模式现已受到挑战，并要被抛弃，因为我们即将从非再生能量的基础再次进入再生能量之源。

4 非再生能源和临近的熵的分界线

4.1 能源危机

要准确描绘美国人消费起能量来的那股劲头，就只能用"上了瘾"这个词了。现有的统计数字骇人听闻。只占世界人口6%的美国人，要耗费全世界三分之一的能量。其它高度工业化国家的能量消费与美国相比，不啻小巫见大巫。瑞典和西德的生活水平与我们相近，但他们的人均耗能量只有我们的一半。美国每年耗费的能量要高于西欧所有国家所耗费的总能量，然而他们的总人口则比美国多75%。

我们虽然不可能估算出我们整个能量流通的总值，但我们可以先考虑一下发电量。1970年美国用石油、天然气、煤和原子能为燃料生产了17,000亿度电。这个数字大于苏联、日本、西德、英国这世界上四大能源消费国一年的发电量。

美国的能源消费与第三世界的能源消费就根本不能同日而语了。当你知道象海地这样的国家每人每年只消费相当于68磅煤炭的能量，而美国每人每年消费相当于23,000磅

煤的能源时，你还怎么能去计算能源富裕与能源贫困呢？

尽管在能源消费上存在着如此巨大的差距，但美国所需要的能源在最近20年内估计还要增长一倍。如果这种增长速度继续下去，那么人们预计仅仅在200年内，要满足不断增长的能源需要，整个美国的每一寸土地都将被发电厂占有。

到2000年，全世界的能源需求将是现在的4倍。这是由于失去控制的人口增长所造成的。人口增长的统计结果令人吃惊。在我们这个地球上每天有333,000个婴儿呱呱落地。即使每天有134,000人死亡，那么目前世界上每24小时就要增加200,000人。也就是说，明年世界上就要增加73,000,000个居民，他们每人都要摄入有效能量以求生存。

只有用历史的观点才能理解人口问题的实质。人类人口要达到10亿需要200万年。但再增加10亿却只需要100年的时间。第三个10亿只花了从1930年到1960年这30年。增长第四个10亿只用了15年。1960年到1975年，世界人口的年增长率为2%，人口从25亿增加到了40亿。以目前1.7%的增长率增长，世界人口到2015年将达到80亿，2055年将达到160亿。

人口指数的这种增长给世界能源基础带来了巨大的压力。由诺贝尔经济奖获得者瓦西里·列昂惕夫主持的一项联合国调查认为，要在将来几年内保持中等水平的全球经济增长，那么普通矿产的消费必须增长5倍，食品消费必须增长4倍。

更有甚者，世界上许多经济学家还预测，要保证增长着的人口的最低生活需要，就必须在今后的30年内"建造与人类迄今所有建筑量相等的住房、医院、港口、桥梁以及其它各种

设施”。这些工程要耗费的非再生能源将是一个天文数字。只要认真考虑一下能源奇缺、价格暴涨、污染严重这些我们已有的全球性能源问题，那么很明显，无论我们作出什么样的努力，我们的国家和全世界都无法满足如人们所预测的未来能源的需求。我们事实上正在耗尽非再生能源的“有效储备”，向一个熵的分界线危险地滑去。虽然统计数字各异，但人们都一致认为廉价非再生能源的时代已一去不复返了。

不久前麻省理工学院主持了一项由来自15个工业国家的工业、政府和学术专家参加的研究。专家们的结论认为石油供应“到2000年将无法满足不断增长的需要”。专家们的报告认为，即使能源价格只比现在的价格水平上升50%，那么在1985年到1995年之间世界还是可能经历一次石油危机。成员包括西方国家一些炙手可热的企业界和政界领袖的三方委员会也进行了一项调查，其预测与麻省理工学院的预测相差无几。三方委员会的结论认为，到九十年代中期，世界石油将供不应求。哥伦比亚科学家埃米尔·贝诺瓦在《原子学家简报》上撰文说，如果全球消费继续以目前速度增长，那么现存的贮备在25年内将被消耗一空，即使人们还能发现4倍于目前的石油贮备（大多数专家都认为这是一个过高的估计），那么全球石油告罄的时间不过推迟了25年。

在一本叫《第二十九天》的书里，生态学家赖斯特·布朗作了个计算。他说，可开发的石油贮备摊到每一个美国人头上，每人约有500桶。* 提炼以后，每桶石油大约可以生产42加仑的汽油。那么如果每一个美国人驾驶着一加仑汽油能跑

* 在美国，一桶等于31½加仑。——译者

10英里的大型汽车每年开上10,000英里，那么世界石油贮备中他那一份就会在十二年里被用完。

4.2 人工合成燃料

随着全球范围石油贮备的日益减少以及石油开发、加工和消费的价格逐渐提高，人们正企图转向其它的非再生能源。如人工合成能源正被誉为现代工业社会的救星。称之为人工合成能源实际上是用词不当。一切所谓人工合成能源都来源于非再生能源。

美国的政治家们正在为美国成了"煤炭沙特阿拉伯"而欢呼。事实上，美国的煤炭贮备不象他们预料的那么丰富。政府官员们坚持认为美国的煤还能用上500年。他们没有告诉我们的是，如果煤的消费以目前每年4.1%的速度增长的话，那么人们普遍认为我们国家的煤炭贮备只够用上135年。虽然这段时间看上去并不太短，但是如果国家为了抵消石油减产而加快煤的开采，那么离煤的告罄就只是短短的几代人的时间了。如果我们全力以赴地开采大地里剩下的煤矿，那么一定会导致巨额的政府开支和通货膨胀，还会带来更多的污染。

政府现在计划到1990年每天生产100万桶从煤中提炼出的合成汽油。还在此计划的筹划期间，白宫的一位不愿透露姓名的官员就告诉记者说："这有可能成为联邦政府有史以来所制定的最疯狂的计划之一。"

理由很简单。首先，使用目前的煤炭液化技术，那么一吨

以上的煤经提炼、加温、加压后才能得到3至4桶的液态汽油。这就不仅意味着要把大量能源浪费在提炼过程中，而且还意味着每年要比现在多开采好几百万吨煤。如果考虑到合成过程所需要的大量用水，那么这也许是根本做不到的。根据一项受到很高评价的调查，"如果目前计划中的所有煤矿、发电站、液化和汽化工厂真的投产，那么不计回收的话，这些工程还需要目前全国用水总量的3到4倍。"

其次，要加工合成燃料，就必须从无到有建立起一整套的工业基础。目前美国只有一个合成燃料工厂。这家位于肯塔基州凯特斯堡的工厂能从250吨煤中提炼出625桶合成汽油——刚好够上一个汽车加油站的用油。如果要象政府所计划的那样每天生产100万桶汽油，那么至少还要建立20家日产量为50,000桶的合成燃料工厂，而且每家的规模都将大于多数大型炼油厂。政府预算每家合成燃料工厂将耗资20亿美元，但兰德公司一项基于以往费用和能源超支估算的报告却认为，这项合成燃料计划中每家工厂的造价至少还要高出一倍。根据兰德公司的估计，整个合成燃料计划将耗费1,000亿美元，这将是美国长达10年之久的阿波罗登月计划总投资的4倍。当然还有无法估计的投资。比如必须建立庞大的运输管道系统并扩大交通系统，用来多输送几十亿吨煤。《纽约时报》估计，整个计划的耗费可能将达3,000亿美元。

即使这么一个天文数字也许还是个保守的估计。因为目前美国还没有一个那么大的合成燃料工厂，那就必然会出现无法预料的设计问题。既然政府的这次计划是一个必须在10年内把合成燃料的日产量从625桶提高到100万桶的应紧计划。那么它的实施还必须快马加鞭。这又"会使费用更高，整

个系统的质量降低”。凯特斯堡合成燃料工厂的开支就要比预计的几乎高出3倍。目前的原子能工业中由于设备故障而造成的工厂长期关闭已是家常便饭，合成燃料工业也会遇到同样的设计和施工问题。

我们还面临着一个把这20座巨型工厂建造在何处的问题。在过去整整10年内，美国才设法找到了一处建造大型炼油厂的场所。这主要是因为每个地区的居民都对建造会污染他们家园的大型工厂有着一种天生的反感。虽然大家都需要更多的燃料，可是谁也不想在自家的后院看见一家燃料工厂。

事实上，哪怕是勉强适合建造合成燃料工厂的地点也是十分有限的。能源部的一项研究总结说，整个美国只有41个县有足够的煤炭贮存和工业用水能满足一家大型合成燃料工厂的需要。这些县中有一部分——包括煤产丰富的蒙大拿州、怀俄明州、科罗拉多州以及北达科他州的一些县——人口还不到1,000。能源部估计每座标准的合成燃料工厂将使一个县增加20,500人。因而就必须建造更多的居民设施，诸如下水道、住房、街道、垃圾处理厂、学校等。能源部估计每个居民区将负担起7,000万美元的额外开支。

另外，不管是什么形式，燃烧大量的煤还会给环境带来严重的威胁。仅仅这一点就会使合成燃料计划成为泡影。但是对大片荒野的露天开采以及合成燃料工厂的大量污染来说还只是麻烦的开头。

美国科学院的一项研究告诉我们：“二氧化碳的排泄所造成的气候影响可能在今后的几个世纪内成为限制矿物燃料能源生产的主要因素。”

煤的过量使用会使大量的二氧化碳进入大气层。二氧化

碳阻止了地球的热量辐射进入空间，造成了所谓“温室效应”。美国科学院的报告说，在今后75年内大气层内的二氧化碳将提高一倍，“使中纬度地区的温度上升3—6摄氏度，两极地区的温度上升9—12摄氏度”。这将给地球上动植物的生存带来破坏性的影响。整个地球的生态平衡将受到严重的破坏。最可怕的后果之一就是两极的冰帽有可能融化，使地球海洋的水平面提高，并把世界上几乎所有的重要港口和城市淹没在波涛之中。世界气温的剧变还会导致大批动植物种类的灭绝。仅仅是这个变化的速度（不到75年）就排除了任何种类作出进化性调节的可能性，因为绝大多数动植物种类对地球温度变化作出基因调节需要数百万年。

除了美国科学院，忧心忡忡的还大有人在。过去几年的许多报告都得出了类似的结论。世界瞭望学会的一项研究认为，如果二氧化碳以目前的速度继续排放几十年，那么由此造成的全世界气温上升将带来“可能有着与冰河时代降临与离去时同样规模”的气候变化。

合成燃料使这个问题更加严重。环境质量协会指出，使用合成燃料会使温室效应加剧，因为合成燃料比普通燃料要排出更多的二氧化碳。就同样的热量和功而言，合成燃料排出的二氧化碳是煤排出的二氧化碳的1.4倍，是石油排出的1.7倍，是天然气排出的2.3倍。环境质量协会警告说，如果美国全国一致使用合成燃料，那么南北极冰帽在本世纪末就会全部融解。

热力学定律告诉我们能量的转化过程本身也需要消耗能量。能量的净值是我们减去转化所需要的能量后所剩下的能量总值。如果我们从这个角度考虑合成能源，那么它们的能量

效率就是很低的。一家日产量为50,000桶的合成燃料工厂的耗煤量，等于一座功率为1,000兆瓦的热电站耗煤量的3倍。如果我们把用于开采煤矿和生产巨型工厂、运输管道和新交通系统所需钢铁的能量也考虑进去，我们会发现要生产含50 B.T.U.*热量的石油，或17 B.T.U.的合成燃料，或6.5 B.T.U.的页岩油，就要用去含一个B.T.U.热量的石油。

合成燃料计划的其它方面也存在着类似的问题。就拿页岩油来说，1.5吨的含油页岩才能提炼出1桶页岩油，而且生产过程中还需要2桶水。而提炼过程中页岩油还会产生剧毒气体，也需要妥善处理。要产生一桶焦油，就得炼4,400磅的焦油沙。由于从一种能量形式（页岩和焦油沙）转化为另一种能量形式（液态油）需要耗费大量能量，因此最后能量的净产值很小。人们估计，即使有最先进的提炼技术，页岩大概也只能提供美国目前所消费的能量的2%。

4.3 核裂变

到最近为止，人们还把找到能源代用品的希望寄托在原子能上。这种希望正在迅速消失。早在1979年3月，美国三里岛核电站几乎熔毁以前，核工业的一些内在问题便开始给“和平原子”的未来笼罩了一层阴影。

由于生产成本高得出奇，以及出于健康和安全的考虑，核电站的兴建数大大减少。美国1973年定货的核电站有34座。

---

* B.T.U.，英国热量单位，等于252卡。——译者

1974 年是 27 座。到 1975 年定货单猛跌到 4 份，1976 年只有 2 份，1977 年又回升到 4 份。先不考虑一座核电站的造价可达 20 亿美元之高，就是它的隐蔽开支也会使原子能是“廉价能源”的神话不攻自破。一份于 1978 年公布的众议院报告声称：“与流行的观念相反，原子能已不再是一种廉价能源。实际上，如果我们把放射性废料和耗尽的核燃料的处理，使之失效，以及永久性管理的那些还无法预料的费用也估算到价格中去，那么原子能的价格可能远远超过诸如煤这样的传统能源。”

除了价格因素，原子能还会带来无法用技术手段来解决的社会和健康问题。开采核反应所需要的铀矿不仅会给矿工带来癌症和其它疾病，还会给铀矿附近居民的健康带来严重的副作用。美国西南各州已经积累了 1 亿吨铀矿下脚（铀被提炼后所剩下的矿石）。这些放射性废料的半衰期将长达 80,000 年。科罗拉多州的建筑公司曾用这些下脚建造学校和住宅。医生们已注意到在那些房子里居住或工作过的人们所生的孩子先天生理缺陷有所增加。

核反应堆也根本不安全。三里岛事件不过是核工业遭受的一连串故障和放射性物质泄漏中最严重的一次。其实美国的每一座核反应堆都在不断地把少量的放射性物质排入环境中。当然核工业界会马上声称放射性物质的泄漏低于可被接受的标准。但他们却对任何剂量的放射性物质都有潜在危险这一事实讳莫如深。任何量的放射性物质都是过量的。只要有一颗放射性粒子侵入一只细胞就会引起癌症或遗传突变。然而这个过程却是缓慢而又难以察觉的，从遭受辐射到病变开始可能会长达 20 多年。因此，今天的核电站也许正在传播

一场未来的瘟疫。关注科学家协会估计到，2000 年，在美国直接死于反应堆故障放射性泄漏事故的将约达 15,000 人。关注科学家协会预计，要是发生“中国综合症”，那么死亡人数可达 10 万，而且成千上万平方英里的土地还将被污染多年。

还有一个更为严重的问题。每个核反应堆每年要生产出 400 到 500 磅的钚。钚是制造原子弹的基本材料。照目前的速度，美国的每一座反应堆每年可生产能制造出 40 枚核武器的钚。不到 20 年，各国使用的可裂变物质可用来制造 20,000 颗原子弹。要防止这些物质所引起的危险是不可能的。在美国，有 700 磅的钚已从核反应堆和贮存地点失踪。现在，制造原子弹的技术在全国各地图书馆都可以查到，那么源源不断地制造钚就等于邀请人们制造或使用核武器。在一项叫《核战争的影响》的研究报告中，技术评价局提出，恐怖主义者的一个小规模核装置就可以炸毁闹市中心好几个街区的高楼大厦，释放出比人体可忍受剂量高出 1,000 倍的放射性物质，并给郊区带来致命的污染。要屠杀生灵其实也不一定非要原子弹不可。如果把钚释放到城市的上空，那么一块 40 平方英里的地区将被污染 100,000 年。

接着还有一个无法解决的核废料处置问题。令人难以置信的是，尽管人们为研究和发展核能而呕心沥血，为建造核电站而耗费了几十亿美元的巨资，但科学界，能源公司和政府对如何处理放射性废料却是一筹莫展。美国科学院核废料处理委员会的负责人，哈佛大学的哈维·布鲁克斯说：“我估计，如果公众最终不能接受原子能的话，那么主要原因将是他们对核废料处置的看法。”

到 1976 年底，美国各地的核贮存库已有 3,000 公吨的废

燃料棒。1983 年底，这个数字已增加到 13,000 吨。另外一个麻烦是固态废料，即被污染了的衣物和设备。现在已有 13,000,000 立方英尺的带放射性物质的固态废料，共含有 2,200 磅钚。核工业界还预计到 2000 年，还会有 15,200 万加仑放射性液态废料。虽然人们订了许多计划来"安全地"埋掉这些核废料，但没有一项计划最后能行得通，因为根本无法保证一种致命物质能被安全地存放几千年。我们民族一共只有 200 年的历史，而人类文明也只有几千年。然而我们却胆大包天，自己制造出一项计划，能在比人类文明历史还长的时间里安全存放这些致命的放射性物质。

除了长远问题以外，核工业至今还未成功地找到适用于八十年代的贮存手段。尽管现在原子能核废料并不太多，但核废料存放地的泄漏事故已时有所闻。目前已有 50 多万加仑的放射性液体从华盛顿州里奇兰美国政府核基地的贮存罐里泄漏出来。联邦环境保护局的一项调查报告提出，"放射性颗粒正向核电站外逸散"后，肯塔基州于 1978 年 6 月关闭了它在麦克西莆莱茨的核基地。田纳西州的橡树岭，马里兰州的海洋城以及加里福尼亚州的旧金山附近，都发生过类似的泄漏事件。

即使美国原子能工业的发展势头继续平缓，本世纪后每过两三年还是需要找到新的存放地来埋掉所有废料。这就需要人们把这些地方严密监测、武装守卫 25 万年，以防止核废料对生态环境的污染。核废料失去有害作用的平均时间为25 万年。

4.4 核 聚 变

尽管原子能带来了无法克服的困难，但它的阴魂却久久不散。20年前有人向美国公众夸下海口，说核裂变将给人类带来一个“用之不竭、没有污染又极为廉价”的能源的时代。如今虽然三里岛之类事故已给了这一类神话致命打击，但又有人开始对一种新的希望——核聚变的希望——顶礼膜拜起来。其实核聚变的热衷者所鼓吹的东西与20年前核裂变的热心者所宣扬的神话是同出一辙的。

聚变按其定义而言是裂变的逆过程。核裂变反应是使一个原子核分离，而聚变则把两个不同原子的原子核互相碰撞后“聚合”在一起。核聚变原子能并非新鲜事物；太阳上的核聚合反应千秋万代从来就没有停止过，几十亿年来一直在释放着哺育地球生命的能量。五十年代人们在制造氢弹时发明了通过核聚变来释放能量。科学家们目前正企图找到一种途径来把核聚变反应控制在核电站里，从而控制并利用它所释放出来的能量。

热衷于核聚变原子能的人坚信，聚变过程比裂变过程更为有效，产生的放射性污染又少得多，而且也许有一天能以海水中的取之不尽的氢为原料。从一定意义上说，核聚变原子能就是当代的永动机。但是熵定律既然排除了任何永动机的可能性，它也就大大地限制了核聚变原子能的可行性了。

首先，谁也不能保证受控核聚变是否能持续进行。一个反应堆要有商业价值，反应堆核心部分每秒钟必须聚合100

万亿个氢原子核。到目前为止，受控热聚变的持续时间还不到几分之一秒。除非把反应时间延长，否则聚变过程所耗去的能量将大大超过产生出来的能量。根据最乐观的估计，核聚变至少要等到 2025 年才能产生有商业价值的能量，而靠它来解救世界所面临的能源危机，也许已为时过晚了。

核聚变原子能还有一个问题。在现有的几种核聚变技术中，人们正在探索的是一种叫氘-氚反应的聚变类型。之所以称它氘-氚反应，是因为它将这两种同位素聚合在一起。氚是从锂里提炼出来的，而后者是一种几乎与铀同样稀少的非再生物质。因此，核聚变原子能并非用之不竭，只要锂的储存耗尽，那么用核聚变来生产原子能就是不可能的了。*核聚变原子能电站还将需要大量能量高度集中的非再生资源，例如铌与钒；这些资源本身就已经十分稀少了。一座功率为 1,000 兆瓦的核电站还需要 280 万磅铜，而铜的供应又是日益稀少的物资。

第三，一座核聚变反应堆的“干净”并非真正的干净。就象铀矿矿工会遭受辐射伤害一样，开采锂矿的工人的健康也会受到影响。核聚变反应堆也不能说不会产生核废料。一座大型核聚变原子能电站每年能带来 250 吨放射性垃圾。核裂变反应堆所面临的放射性物质的贮存问题，也会给核聚变反应堆带来麻烦。

目前可以想象的任何核聚变反应堆的设计都会遇上巨大的技术和维修上的困难。科学家们之所以试验氘-氚反应，原

---

* 实际上氚是从把含有氘、锂、硼或氮原子的物质放到具有强大中子流的原子反应堆里，或者用快速的氘原子核去轰击含有大量氘的化合物（如重水）而得出的。虽然 6,000 个氢原子里只有一个氘原子，但每个水分子里有两个氢原子，而地球上 70%的表面都是水。——译者

因之一就是这个反应的工作温度只有摄氏一亿度。可用海水作为原料的氢-硼反应的反应温度可达30亿度。一旦我们意识到至今还没有任何材料能抵御如此高的持续温度和如此强烈的辐射的话，那么这些惊心动魄的数字就又有一层更深的意义了。巴特勒太平洋西北实验室的高级科研人员布朗·R.伦纳德博士说过，核反应过程所产生的热量和辐射可能会使核聚变发电代价过高。“那种等级的辐射会摧毁钢铁和其它结构的材料……使这些材料迅速变脆。核电站会经常关闭，部件得不断更换。”象核电站反应堆围墙之类的结构部件有可能必须每年更换。鉴于核反应堆辐射的强度，人类是无法安全完成维修工作的。而要设计整整一代用于维修工作的机器人又要用去一大笔开支。目前谁也无法预料核电站的寿命有多长，但一般估计不过25年而已。当核电站的工作量超过了它的负荷量时，电站就得被拆除、运走并埋掉。

物理学家、利用太阳能发电的倡导者艾默里·洛文斯说过，即使不谈技术和资源上的问题，核聚变发电也是“一种违背意愿的做法，即建立综合性的、权力集中、技术密集、造价昂贵而进程又缓慢的工程，目的是为了发电”。他认为，任何核能技术都无异于用链锯割黄油。

4.5 矿　　物

无论是体现为石油、煤、铀还是太阳能的能源都不能被割裂开来加以考虑。如果我们想从环境中提取能源，我们就要花去以井架、拖拉机和机械设备为形式的非再生资源。因此，

能量的耗散只是我们这个地球正在经历着的物质极限的一个部分而已。地球上维持高度工业化经济所需要的每一种重要的非再生矿产正在被消耗殆尽。仅仅在美国，每年"为发电厂、交通运输、学校、机械工具、家庭、桥梁、医疗和重型设备而消费的新矿物摊在每个人头上要达40,000磅"。

美国要对地球上所剩无几的珍贵矿物的疯狂开采负主要责任。据美国内务部的统计，美国每年生产、进口全世界矾土产量的27%，全世界铁矿产量的18%，全世界镍矿产量的28%。全世界要是达到美国这样的生活水平，那么假定从现在到二十一世纪初世界人口增长一倍的话，地球上许多非再生矿物的产量就必须提高200倍。虽然绝大多数发展中国家都把美国的生活水准作为目标，但这显然是个梦想。

许多专家们预计(以目前的消费率来看)全球各国将在75年或更短的时间内"耗完人们迄今所知道的世界上有用金属可再生贮备的一半"。美国地质勘测局的地质学家普雷斯顿·克劳德也是这么认为的。克劳德1978年在众议院联合经济委员会作证时说，到下个世纪初，濒临告罄的矿物资源中包括铜、黄金、锑、铋和铝。到2050年，美国国内可开采的锡、商用石棉、钶、氟石、云母片、高品级磷、锶、水银、铬和镍已经开采完了。

对需要进口的重要矿产的不断依赖，再加上为占有所剩无几的物资的全球性竞争，必然会使价格飞涨，使矿产输出国手中讨价还价的筹码增加。石油输出国组织就是这样一个例子。

非再生资源在社会中的流通必然也会影响到可再生资源的消费。虽然森林和鱼类作为有机体繁殖后代是绰绰有余

的，但这些资源的年消费量已高于它们的补充了。熵值很高的经济系统对再生资源的消耗如此之快，以致这些再生资源本身实际上也变成了非再生资源了。在矿物燃料时代到来之前，人类的能量流通几乎完全依靠森林、草原和谷物耕地。现在有迹象表明，这些系统的生产能力已经过了顶峰阶段，正开始下降。自 1967 年以来，全球的森林生产能力一直在下降，而海洋中许多传统捕鱼区的鱼群“已捕捞一空”了。谷物产地的生产能力按每人每年生产的谷物公斤数计算，在 1976 年也达到了顶峰。至于草原地区羊毛、羊肉、牛肉的人均产量都已开始减少。

尽管联合国、美国国会和学术界的研究报告和听证会提供了不可辩驳的数据与证明，但还是有那么一些人顽固地认为按目前的增长速度，世界上的非再生能源能永远——或至少在将来很长一段时间内——满足人类的需要。他们的出发点是毫无根据的。

比如有人就常常鼓吹整个地球都是由矿物组成的。这个观点忽视了如下的事实，即只有很小一部份矿物是有用的，或者有开采的可能性。假定整个地球都被转化成了能量，那么我们就都可洋洋自得了。如果世界上 10 种最有用的矿产按目前的 3%的速度增长的话，那么在 700 年内我们的确会开采掉与地球重量相等的矿石了。只要我们考虑一下人类在地球上已经存在了 350 万年，而地球本身又比人类多存在了 40 亿年，那么 700 年就不算太长的时间了。

还有人坚持说，从海底开发出来的锰团能够成为一种有色金属资源。一些专家们认为，锰团能够提供“等于目前产量四分之一的铜，3 倍于目前产量的镍，以及 6 倍于目前产量的

锰"。专家们相信这些数字在将来还可以翻两番。这些数字乍听起来确实喜人，但只要考虑到指数的增长，那么事情就不一样了。按目前的消费水平发展下去，100年后铜的需要量将是目前水平的90倍，镍将是目前水平的28倍，锰将是目前的17倍。这将完全抵消掉从这些附加贮藏量自然增长的几年或几十年的短期优势。

4.6 替代、再生与节约

有人认为，通过用较常见的矿产来代替较稀有的矿产，或者通过对现存矿产的有效回收，我们能够使现存的非再生矿物贮备万世不竭。既然绝大多数重要金属的供应都在迅速减缩，在生产过程中用一种金属来替代另一种金属实际上无甚意义。正如威廉·奥弗尔斯指出的："总的来说，替代品（比如用来替代铜的铝）不如被替代的材料那么有效，因此要完成某一特定功用，它需要更多的能量。"而且有些材料有着独一无二的特性，是任何其它材料都替代不了的。

回收也常常被看成是解决物质资源耗散的手段。目前，回收已能满足锑的年需求量的二分之一，铁、铅、镍的年需求量的三分之一，水银，白银，黄金与铂的四分之一。但我们不能忘记，回收过程也是受热力学第二定律的制约的。在某种矿产的回收过程中，它的一部分必然会不可挽回地损失掉。我们前面已经谈过，目前大多数废金属的平均有效回收率为30%。回收过程还会带来更多的污染，而且也需要更大量的能量输入来"收集、运输、转化"分散的材料。如果考虑到矿产

消费的指数增长，那么金属的回收就象金属的替代一样，只能争取到短得不能再短的时间——几十年，最多50年。虽然卓有成效的回收对我们的未来是必不可少的，但现有的数据表明，在看得见的未来，回收只能满足我们能源总需求的1%强。

节约的方法与回收一样，无疑是有一定价值的。但它也不能解决全部问题。人们常说生活水平与我们相等的欧洲国家的人均能量消费只是我们美国的一半(对这种说法我们自然可以回驳说，即使美国把目前的能量流通紧缩一半，我们面临的指数增长、能源耗散和污染等基本问题会依然存在。欧洲毕竟不是环境的天堂)。虽然节约是必不可少的，但实际上任何节约方案都必须在现存的能量高消费的基础上加以实施，因而必然受到很大限制。任何节约的努力，一旦超过了现存基础所严格规定的界线，就只会在能量流通过程的各个环节造成严重的混乱。

联邦政府目前希望提高空调系统的恒温器温度来节省电力的企图，就从微观上表明了在一个高能量系统中厉行节约会造成什么样的混乱。美国人对空调的依赖是举世闻名的。早在1922年，美国的一家电影院就第一次安装了空气冷却器。现在，美国人仅仅在夏季三个月内为空调所消费的电力，就要比整个中华人民共和国一年内所消费的电力还多。而中国的人口是美国的4倍!

空调一开始只是一种新奇玩意和便利设施，但现在已成了我们社会不可缺少的一部分。过去的20年内能量流通高得惊人，从纽约的世界贸易中心到加利福尼亚的节日旅馆，美国各地建筑的窗子很多都是设计成密封式的。当时大家都以

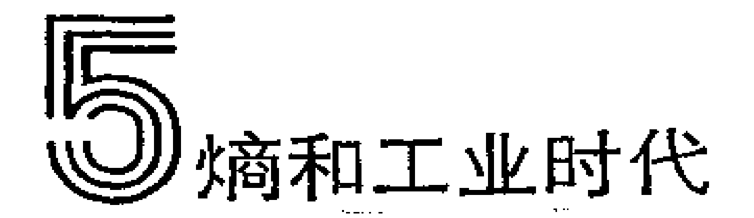
为将有足够的电力能为一个彻底密封的系统提供空调。然而一旦恒温器的温度提高后，楼内的居民就需要新鲜空气和习习清风。唯一能办到的是把成千上万幢建筑中的几百万张窗子全部换掉，这就需要耗废大量的能量、资源、时间和人力。

节约电力的这一简单举动还有其它的意义。新建筑的冷暖气系统的最佳工作温度比政府规定的温度要低。一些大楼的管理员发现，要使大楼温度符合政府条例，他们还得加热通气管道。

问题还远远不止这些。我们认为必不可少的许多程序都是为空调系统专门设计的。如计算机要正常运行就需要低湿度和较凉的空气。空调一旦关掉，它们就不能工作了。各银行发现，把恒温器温度提高会使室内湿度提高，从而使信封胶水发粘。许多饭店顾客发现，他们心爱的饭店一旦离开了空调，就无法排除厨房烤炉发出的高温。

改变恒温器的温度，还会产生生理和心理的影响。从某种意义上说，我们中的很多人已完全习惯于空调，以致人类在历史的99%时间内都轻而易举地忍受了的夏季温度和湿度，在我们已是无法忍受了。某一项报告说明，空调较差的办公室内的工作人员的效率会降低。熵定律又一次显示了威力。

这样的例子不胜枚举。这并不是说我们不需要节约。但节约方法只是在某一系统的最低能量流通的极限内才是有效的。而城市化、工业社会的设计往往恰好相反——设计这样的社会就是尽可能地提高能量流通的。在当代生活的前提下，现存的高能量基础上的节约措施不过是一种缓冲剂而已。



5 熵和工业时代

5.1 经 济 学

工业化国家，特别是美国，已临近熵的分界线上。400年来，曾为工业时代提供了大量贮存太阳能的世界非再生能源基础已接近涸竭。能流渠道的每一阶段都出现了日益严重的混乱现象，而且，技术、组织上的变换器装置也趋向于复杂化、集中化、专门化，也更容易出故障。

对于这一点，并非只有经济学家才能理解。由于我们的生存有赖于用各种形式转化、交换和排除能量，所以，在社会临近熵的分界线时，我们就亲身经历了能流渠道中的严重脱节现象。在处理通货膨胀危害时，这个过程表现得尤为明显。近5年来，美国人在各个重要民意测验中，都把通货膨胀列为他们首要关心问题。金融专栏作家西尔维亚·波特说道：

> 如果不拿出比先前更大的勇气和才智向通货膨胀开战，我们的人民便会自己葬送掉自己的前程。

> 六十年代的动乱与八十年代的风暴相比，不过是一场游戏。

波特和其他专栏作家完全没有认识到，今天的通货膨胀同非再生能源基础的涸竭有着直接联系。环境中可资利用的能源来之不易，开采费用也在与日俱增。能流渠道上转化、交换、排除等环节所需支出也越来越大。其结果是，对生产者和消费者来说，物价都上涨了。以往能流渠道上出现的混乱越来越严重，这迫使人们付出更大的经济、社会和政治代价，对生产者和消费者双方来说，物价又进一步提高。能源环境越近涸竭，通货膨胀的螺旋上升就越迅速。这里的原因很简单：开采、加工现存的能源需要更昂贵、更精密的机械和更多的资金；控制、处理能量流通中由能量消耗引起的混乱现象也需要更多的资金。

美国最杰出的能源专家之一巴里·康芒纳博士认为，我们依赖的所有基本能源都出了同样毛病：

> 这些能源要么就是非再生的，要么就是承受着过分复杂的技术，或者是两者兼而有之，所以它们要求我们不断增加投资；这些能源的生产成本不断上升，对于私有制经济的自由市场来说，价格偏高。

康芒纳随即用数据不可争辩地证明了熵定律对整个过程的影响。1960 年，能源生产每投资 1 美元便可生产出 2,250,000 B.T.U.的能量。13 年后的 1973 年，这个数字降到每美元生产出 1,845,000 B.T.U.的能量。13 年里，能源生产

中的资本生产能力下降了18%(附带提一下，所有数字都折算成1973年美元以抵消通货膨胀的影响)。

由于环境中的能源来之不易，而且开采费用增加，所以，能源工业从能流渠道的其它部位转移走了越来越多的追加投资。今后10年里，能源工业需为其运转筹措到9,000亿美元以上的资金。由于那些公司内部的现得收益还不足以满足需求，所以，它们不得不设法从外面筹集到这笔数目一半以上的资金。就是说，往常投资于其它经济领域的资金将被挪用来维持能源工业。七十年代初，美国工业总投资的24%被用来扶助能源生产。据估计，1985年，所有投资中将有三分之一以上被用于能源生产。

鉴于越来越多的资金已被用在能源生产上，能源转化器(包括机器及机构)就变得更加集中、复杂、强大。今天的美国能源系统拥有1,810亿美元的资产，也就是，占“美国最大500家公司资产(和销售额)的29%”。“莫比尔”、“爱克森”和“德士古”等能源公司庞大无比，其中20家公司的产值竟占国民生产总值的18%。新建一家汽油炼油厂需5亿美元，一座核电站的价格则在10亿至20亿美元之间。只有那些巨头公司才有力量在能源竞争中站稳脚跟。

毋容置疑，能源是所有经济活动的基础。因此，从一开始就上涨的费用沿着能流渠道逐步提高。最终，消费者个人按照通货膨胀率不断掏腰包。

“经济选择试验计划”是华盛顿的一家智囊组织。最近，该组织对通货膨胀的基本原因作了细致的研究。该组织的总结报告提出，就消费者的四大基本需求(能源、食品、住房、医疗)而言，价格上涨与能源的转化、交换费用增加是有密切联

系的。虽然这是一个很明显的事实，但多数有代表性的经济学派还是把注意力放在第二位的因素上，如工资、财政和货币政策等等。

对于80%的美国家庭来说，它们家庭开支的70%以上是花在这四个基本需求上。该组织分别研究了这些需求领域，发现了通货膨胀的根子在于：非再生能源已经涸竭，为了继续维持能量流通，技术、结构和组织上的成本费用都增多了。例如，就能源而言，光是汽油、电力、燃料、石油和煤便占普通人家开支的近12%。该研究发现能源价格上涨"每年剥夺掉普通美国人1%的家庭购买力"。

食品约占普通人家开支的28%，而物价却在以每年递增8%以上的速度飞涨。该报告发现，这股物价上升势头源出于能源价格的提高，而能源价格提高又和农产品的种植、加工、运输、包装成本提高以及世界人口对美国食品的需求量增加不无关系。同样，在住房和医疗方面，我们也可把螺旋式膨胀归咎于非再生能源价格提高。之所以如此，是因为所有经济活动都把主要能源基础当做它们的根本。

这样，通货膨胀最终便是度量熵状态的一个标准。环境熵越近最大值，能流渠道上的一切就越昂贵。如上所述，转化能量所需成本提高的根本原因在于能源的探测、开采和加工已变得更加困难了。机构、部门、集团和个人也需花更多的成本用于彼此间的能量交换上，这也反映了能源开采和加工成本日益增加的趋势。

我们已经看到消费者在基本需求要价抬高的情况下，是如何最终受到高成本的影响的。挣工资的人们也受到了影响。即，虽然工资提高了，但实际购买力却跟不上生活费用的

上涨。1976年的平均周薪折算成不变美元(消费者物价指数被降低)后，低于1971年的水平。工资和实际购买力的差距越来越大，其中的差额部份原属劳动工资，现被用来贴补维持不断增加的非再生能流的成本。具体情形如下：从能流渠道的开端起，成本便开始上涨，渠道上每一其它组织所需的成本也随之上涨。为了弥补增加了的支出，整个能流渠道上，从开采到销售的各经济组织都试图以减少工资支出的办法，来维持现有的盈利水平。这就导致了“实际”工资与购买力的降低。而购买力的降低实际上又意味着消费者越来越不能满足他们的能量需求了，这包括食物、衣着、医疗保健，等等。换言之，如上所述，越来越多的能量(或资金)被用于维持所有的经济组织及与能流本身有关的机制，人体内的能量流动反倒慢下来了。

物价昂贵和实际工资降低，使消费者和工人各受其害，能流渠道上的垃圾和混乱堵塞引起的费用增加，使纳税人也蒙受了损失。由于能流通过系统时产生了大量的垃圾，纳税人不得不承担起大部份清理和排污费用。根据“总统的环境情况委员会”的年度报告，1977年内，纳税人交纳了近160亿美元用于控制污染上，而且，据统计，这项费用还将每年递增20%。该委员会预测，今后10年内，环境保护的总支出将超过3,610亿美元，其中大部分将来自政府税收。

最后，纳税人也要为能流渠道的分布情况所引起的经济、社会动乱掏腰包。例如，由于本系统的就业、收入分配形式之故，一些个人、团体和阶层便被置于转化—交换过程的外围。随着环境熵的增大，整个能流渠道上的费用也随之提高。这部份人口就首先陷入了经济困境。为了补偿紧张的经济状

况，越来越多的下层人们被从能流渠道中赶了出去。此时，政府必须出面干预，为这些人的能量需求提供福利及其它照顾。说到底，失业是熵过程的另外一面。能源枯竭越快，失业或就业不充分的人员便越多。从地方到联邦的各级政府组织必须扩大干预，救济那些在能源危机中首先受害的人。

在其它直接受到失业和贫困影响的领域里，政府也应扩大其职能，增加治安、公共卫生等方面的支出。此外，还得以税收形式从能流渠道上转移更多的资金用来支付公共官僚机构不断增长的经费。今天，美国就业队伍里有16%是某个公用事业组织或政府机构的雇员。这些政府组织的不断涌现是为应付和控制能流渠道上激增的经济、社会混乱现象。然而，如同经济组织一样，这些政府机构为自身生计最终要挪用越来越多的资金，进而加重了税收负担，减少了人类消费的能量流通量。能量被从人类那里榨走而用于维持和扩大经济、政治官僚机构上面，这样一个恶性过程已以越来越快的速度进行，到末了，整个社会组织就会一头撞进了熵的分界线的另一侧。

现在，我们应该清醒地认识到，经典经济学理论解决不了世界经济面临的日益严重的危机。不论是社会主义的经济分析还是资本主义的经济分析中都没有熵定律的立足之地。但是第二定律仍是各种经济活动的主导原则。如果我们认识不到这个基本真理并据此调整所有经济政策，那么，地球就将更快地蒙受经济和生态灾难。

200年前，亚当·斯密首先提出了现代经济理论的原则。同那时一样，今天的社会主义和资本主义国家的经济理论的依据均为经典机械论。每个经济政策后面，都有牛顿、笛卡

儿、培根、洛克和斯密等人的阴影。

资本主义经济学家依然认为经济制度是一个机械过程，其中，供求双方的职能如同钟摆一样，来回摆动，相互间不断保持一致。翻开任何一本经济学启蒙教科书，它都会告诉你，经济学不过是用供求曲线表示出的平等交换关系。当消费者对某种商品和劳务的需求增加时，销售者便会相应提高价格。如价格被抬得太高，这种需求便会下降或者转移到其它商品、劳务上去。这迫使销售者将价格降到能重新吸引需求的水平，如此等等。尽管这些年来人们已作了不少修改和提高，供求市场手段的基本理论仍是所有经典经济思想的中心内容。

社会主义的经济学家对市场手段持否定态度，同时，他们却又赞同资本主义经济学家关于整个经济环境决不会涸竭的观点。至于新资源来自何方，资本主义和社会主义的两派经济学家们都认为，新技术总能为人们提供一条发现和利用未被开采资源的出路的。资源基础本身则被视为用之不尽、取之不竭的。

根据资本主义和社会主义的理论，经济活动能变废为宝。请记住，洛克曾相信，任何事物本质上只有在加进人类劳动之后才不会被看作无用之物，人类劳动使事物变成能供社会交换、消费的有用产品。现代经济理论搞乱了第一定律和第二定律，完全曲解了一切经济活动的全部基础。第一定律指出，所有的物质-能量都是守恒的，创造不出，毁灭不掉，只可被转化。第二定律则认为物质-能量只可作单向转化，从可得到不可得，从有用到无用。每当能量从环境里开采出来并得到社会加工的时候，都有部份能量逐步消耗或浪费掉了，这种消耗或浪费一直继续到所有的能量（包括加入产品内的能量）以种种

形式在能量流通的终端变成垃圾。

多数经济学家却不理睬这样一个简单道理。他们固执地认为，人类施加在自然资源上的劳动创造了更大的价值，而不是减少了价值。由于机械资本最终被看作是过去的人类劳动与资源的结合物，所以，机械资本也被看作是在创造经济价值。他们拒绝接受关于机器和人什么也创造不了的观点。机器和人在过程中仅仅提供“暂时效用”，只能把现有的能量供应从有用状态转化到无用状态。

经济学家们坚持认为人类劳动和机械创造的仅仅是价值，这是因为他们相信永久、无限的物质进步模式。但是，第二定律告诉我们，每当人的能量、机械能及其它能量创造出有价值的产品的时候，整个环境中便会出现更加严重的混乱，产生出更多的垃圾。我们知道，连我们制造的有用产品最终也会变成垃圾或被消耗掉的能量，所以，从积累“永久”性的可用物质贮备的意义出发，不存在着“物质”进步这样的事情。我们在世界上创造的一切，最终都会化为乌有。

这里面具有非常的涵义。请思考一下生产率的概念。资本主义和社会主义制度都是根据每个产量单位所需速度来给生产率下定义的。人们由于尽快地完成了某项特定工作而受到了鼓励。热力学衡量生产率的标准更加恰当，它强调的是单位产量产生的熵，而不是单位产量的速度。前些年，曾有人研究，生产一辆汽车究竟要花多少能量。该项研究表明，生产汽车实际耗费的能量要比必需耗费的能量多出好多倍。为什么要多费能量呢？使汽车产品更快地离开生产流水线。产品生产中，越是强调转化速度，非必需的能量耗费就越多。我们在现代工业经济中浪费的能源，很大部分是为加快速度所付

出的代价。

有趣的是，在偏远公路上发现自己的油箱中的汽油即将告罄的人们都懂得，按单位产量速度给生产率下定义不同于按单位产量的熵给生产率下定义。在汽油即将用尽．又不知道下个加油站还有多远的时候，驾驶者可有两个选择。他既可以加大油门，努力尽快到达前方加油站，也可慢悠悠地朝前开。毫不奇怪，我们中许多人在面临这样的情况时，一般会作出加大油门的反应。不知怎么的，他们认为加快速度可增大到达下个加油站的可能性。而事实恰恰相反。汽油用得越省，汽车就能行驶越远。耗时虽然多些，但省下的油却可用来多行驶点路，也就抵消了时间上的损失。依照热力效率，生产率是单位产量的熵的量度，而不是单位产量速度的量度。

熵定律也告诉我们，每当我们加快人或机械劳动的能量消耗速度时，熵的减小或产品价值的提高便会在整个环境中的其它地方引起更严重的混乱。因此，只要生产率按照单位产量速度来量度，将资源转化成经济效用的过程就要耗费不必要多的能量，而这种增加了的能量流通势必将引起更大的混乱，或者引起熵的增大。最后，社会得为此付出代价。“匆忙中浪费多”，这句古老的格言说明人们对熵定律的作用有着本能的理解。

只要还有足够的矿物燃料和那些形成、维持工业方式的金属矿产，用单位产量速度来解释生产率还是合乎逻辑的。由于现有的物质能量基础已日趋涸竭，以前经济活动的熵正以超出本系统吸收能力的速度积累，为了适应热力效率在生产和消费的经济过程中的要求，经济学家将要对他们的生产率观念作出重大改变。

经济学界尚未理解“熵定律是贫乏在物理上的首要对应物”。这在“平衡预算”的讨论上表现得尤为明显。人们已普遍认识到社会消费速度不能超过生产速度，而经济学家们对预算的最终平衡不是发生在社会内部，而是在社会和自然之间的事实却一无所知。赤字问题之所以解决不了，是因为他们尚未理解经济活动可在更大的环境范围内进行。如用近似的方法求得平衡预算，社会的消费速度就不应高于自然生产速度。生态系统的运转就应尽可能地接近于稳定状态（热力学定律告诉我们，完全稳定状态是不可能达到的）。从低熵到高熵的整个转化过程的速度，应适应于本系统保持生产与消费间相对平衡的能力。为维持生态循环的平衡，垃圾产生后又被回收，然后通过再循环重新得到利用。虽然从热力学上来讲，百分之百的再循环是不可能的，然而生态系统却可尽量接近生产与消费间的理想的平衡预算状态。

经济活动不过是人类对生态循环的干预而已，它把借用的低熵输入转化成暂时的效用，最终，又在生态循环中以高熵垃圾形式把低熵输入排除掉。如果社会以高于自然本身转化速度把借用的低熵物质能量转化成效用和垃圾，赤字便会上升。倒回本系统内的垃圾来不及被吸收和再循环，这就为环境制造出越来越严重的混乱，增加了社会的外部开支。同时，由于可得物质能量的涸竭比自然再生产快，因此自然日益贫乏，社会的补给费用越来越多。当然，我们应该认识到，即使社会懂得消费不能快于自然生产速度，并且努力使预算与自然平衡，赤字的增长仍是消除不掉的。我们至多可以放慢赤字的增长率。这是因为，利用任何诸如石油和天然气之类的非再生能源，都会自动地使赤字增加。从一切实用目的看，这些非

再生能源代表的是仅供一次性使用的固定生态资本贮备。

为避免对生态循环造成严重的破坏，我们应最少地利用非再生能源，并将可再生能源的消耗控制在可以补充的范围内，这样，我们就有可能最低限度地降低社会消费和自然生产之间的赤字。

人们之所以对平衡预算、赤字的性质产生误解，是同他们在货币和债务问题上的态度分不开的。近年来，弗雷德里克·索迪、赫尔曼·戴利等几位学者都试图指出，有关货币和债务的社会观念同自然熵流动之间存在着明显的矛盾。举例说，货币是国债的一种形式。它代表对社会全部物质财富的留置权。个人可用它在将来某时换取实在的物质财富。经济学家们完全忽视了社会物质财富的创造力并非无穷无尽的问题。热力学定律为可生产的物质财富已规定了极限。然而，货币的制造和流通却不受限制。这个问题在引进债务和复利概念后表现得尤为明显。诺贝尔奖获得者、化学家弗雷德里克·索迪曾在50年前指出：

> 债务受数学定律的支配而不受物理学定律的支配。和受热力学定律左右的财富不同，债务不会年老腐朽，也不会在生活过程中被消费掉。相反，根据有名的纯利和复利数学定律，债务每年在递增。

当社会以复利数学思想同热力学的客观实在相对抗，就会产生一些不可避免的后果，对此，经济学家赫尔曼·戴利作了解释。他说，尽管债务能按复利永远增长，实际物质财富却不能以同样的速度不断增加，这是因为，“实际物质财富的物

质性质受到了摧毁性熵的力量的支配。”戴利赞同弗雷德里克·索迪所作的分析，他指出：

> 既然财富不能象债务那样快地连续增长，这两者之间的对应关系便将在某个关头破裂，即必然会发生某些拒付或取消债务的行为。复利的积极反馈必然会被拒付债务的反力所抵消，如通货膨胀、破产，或没收性质的征税等等，这些都会滋生暴力。

整个生产和交换过程的每一步都作了功，也就是说，人和机器共同耗费能量。部份能量被吸收进了产品，还有部份能量则浪费掉了。这意味着经济过程的阶段越多，能量丧失也就越多。第二章叙述的有关简单食物链的原则，在生产过程中也同样起到了作用。在高度发达的工业社会里，经济过程的各阶段仍在继续扩展，这就是说，越来越多的能量已沿着能流渠道消耗掉了，由此产生的混乱将给社会造成具有长远影响的问题。

就拿早晨吃的英式松饼来说。我们下一章要讨论，石油化学型农业在小麦种植上的能量效能极低。而且，我们在经过一番耕耘收获之苦后，还因自己爱好吃经过加工的食物而干了不少蠢事。下面将叙述英式松饼的制作是如何逐步耗费掉能量的：(1)以非再生资源造出的卡车在矿物燃料的驱动下把小麦运至(2)一家大型集中化面包烘房内，各式各样的机器以极低的效率完成了精选、加料、烘烤和包装等制饼程序。在面包烘房里，麦子首先被(3)精选，常常还要被(4)漂白。这些过程能作出香喷喷的白面包，但也从面粉中夺走了重要营养

成份，所以(5)要在面粉里加进抗癞皮病的维生素：铁、维生素B_1,B_2。然后，为了保证这些松饼能经受长途卡车的跋涉，并能在仓库里搁置多日乃至几个星期，就要加入起防腐作用的(6)乳酸铬和(7)面团促进剂，如硫化钙、磷酸单钙、硫铵、真菌酶、溴化钾、碘化钾等。然后，面包受到(8)烘制，并被置入(9)纸板箱内(10)，为了在货架上吸引顾客，纸板箱要印成彩色的。

盛有松饼的箱子被置入(11)塑料口袋(石化产品)内，封口要用上(12)塑料绳(它的制造要消耗掉更多的石化原料)。然后，松饼箱便被装进(13)一辆卡车里，卡车把松饼箱运到(14)装有空调的零售店里，这里灯火辉煌，"莫扎克"*音乐不绝于耳。最后，(15)你驾着两吨重金属造的汽车到零售店买松饼，接着又原路返回。到家后(16)把松饼倒进面包烤炉里。一切完成后，便扔掉纸板箱和塑料包装物，后者作为(17)固体垃圾必须受到处理。我们做的所有这些不过是为了取得每道松饼产生的130卡热量。

不仅这整个过程花掉了成千上万能量卡，而且，医学也证明，精制面包因含有化学添加剂和缺乏纤维素而有可能对人体造成严重的危害。最后，制饼过程中逐渐加进的能量，和生产各环节上浪费掉的能量相比，是微不足道的。

在食品系统耗费的全部能量中，只有20%不到的能量用在粮食的种植上。食品加工、包装、分发和配制却耗费了80%的能量。加工英式松饼耗费的能量(13%)，几乎是谷物种植耗费量(18%)的2倍。

---

* 用无线电向商店播放音乐，以衬托气氛的装置。——译者

食品加工业是美国第四大工业能量消费行业——仅次于冶金工业、化学工业和石油工业。据某些人士估计，食品加工现占美国能量计划支出的近6%。很明显，就工业而言，能量耗费越多越好。例如，1963年到1971年，美国人均食物消费增长了2.3%。但是，打包的总吨数却增长了13.3%，包装物的数量增加了38.8%。

随着包装费用的增加，出现了一种新行业：一支"食品技术专家"队伍正忙于保证我们的食品色、香、味俱佳。他们反对作任何顺其自然的发展。正如一位食品专家所称："我们敌不过上帝，但我们仍然在前进。"他们真的在前进。每年，我们的食品里要补充5亿美元之多的化学合成物——2,500种添加剂。1979年，每个美国人平均消费掉了7磅添加剂，几乎是1970年的2倍。现在食物供应一年要耗费400万磅染料，为1940年的整整16倍。今天，我们吃下的合成、人工食物比不掺它物的食物还要多。

为把人们从费时的厨房烹调"劳役"中解放出来，方便食品和加工食品就应运而生，而且得到了推广，然而，实际上人类却因此受到了更大程度上的熵的影响。为了挣钱支付特制食物的上涨价格而花费的工作时间（人类能量）比起厨房里节约的那一丁点儿时间要多得多。食品加工的每一环节都要耗费能量，而且，当能量在食物链上流通时，我们注意到，食品技术公司已越来越少，然而权力集中程度却越来越高；美国食物也不如从前那么有益于健康；非再生能源的利用也是有增无减。

食品加工业代表了其他诸如石油化学工业、汽车工业、陆运、航空运输业、合成纤维工业等在高能流时代中成长起来的工业。看起来，这些工业似乎都在创造出更大的价值（更多的

产品，更大的"方便"），实际上，它们却在挥霍地球上宝贵的能源。而且，经济制度也使人们幻想创造出一个更有秩序、更有物质价值的世界。这是因为，人们优先考虑的是价值的增或熵的减少，而极少想到能量耗费和熵的增大。

如果熵定律得到了完全的承认，社会就得正视这样一个观念，即我们利用部分可得物质能量贮存的行为本身有着双重含义：首先，个人、组织、社团或社会最终要以种种形式为产品生产引起的混乱付出代价，这个代价要比产品的使用价值大得多；其次，可供未来人类和动物受用的能量已经减少了。过去几百年里，我们的世界观和现实大相径庭，然而现实却是依然故我。牛顿力学原则、笛卡儿的数学和培根的科学方法论产生了整个启蒙运动的世界观。资本主义制度和社会主义制度都试图在这些基本观念上组织起客观世界。这三种观念的中心思想是观察中的绝对可重复性（科学方法）和一切过程的绝对可逆性（普遍的数学和力学过程）。然而，在现实世界里，人们不能两次观察到同样一个事物，并且可逆事件也是不可能发生的。熵定律告诉我们，一切客观存在只能朝着一个方向发展，尽管数学上的"＋T"必有一个对应的"－T"，我们生活中的客观世界却不存在这种可逆性。奇怪的是，过去几世纪里，我们都在试图从力学、数学和科学方法论的基础上组织起这个世界，而客观世界同时却与可逆性和绝对重复性的中心思想相抵触。现实是，当我们离开这个世界时，由于我们的存在，世界已不是那么富有了。我们赞扬高能量生产，实际上就是在促进消费更多的有限的地球资源贮存。我们现在消费掉一点资源，未来就少一点资源，从这点上看，国民生产总值确切地说是国民成本总值。

实际上，“消费”是个不恰当的词儿，因为可消费的事物是不存在的。某物受到短时间利用之后，便被抛弃了。无论我们怎样看待，有关数字总是触目惊心的。我们国家每年要抛弃 1,100 万吨钢铁；80 万吨铝； 40 万吨其它金属；1,300 万吨玻璃；6,000 万吨纸张；还有 170 亿只罐头盒，380 亿只瓶瓶罐罐；760 万台废旧电视机和 700 万部破汽车。个人平摊的数字也同样惊人。1974 年， 每个美国人平均用掉 10 吨矿产品，其中包括 1,340 磅金属矿产品和 18,900 磅非金属矿产品。每个美国人一生平均约用掉 700 吨矿产品，其中金属近 50 吨。如果加进矿物燃料和木材，人均用量将翻一番，增加到 1,400 吨。这个数字还不包括水和食物需求。

前面已说过，世界负担不起另外一个美国。回顾上述数字，很清楚，世界甚至连一个美国都负担不起。设想一下，如果全世界都象美国人那样生产和消费，那该如何。据估计，一位中层阶级人士过的生活等于 200 个奴隶的劳动。巴克米尼斯特·富勒*说我们拥有 200 个使用非再生资源的“能量奴隶”。还有一种观点分析了维持生命所需的热量卡的数量。每天每人平均从食物中摄取 2,000 卡热量。但是，我们个人的日常消耗量（汽车，电力，特制食品等）竟达 20 万热量卡，为我们必需热量的 100 倍。尽管美国只有 22,500 万人口，在能量消费方面，却用掉了相当于 220 亿人口所需的能量。

应该知道，经典经济理论根本未考虑到后代的需求。当买方和卖方在市场聚首时，双方根据货物是否充足、匮乏，影响程度如何而作出购销决定。在市场里，根本没有人想到后

* 富勒，美国著名建筑设计师兼发明家。——译者

代。因此，就所有自然资源而言，我们的后辈天生就比我们穷得多。设想一下，如果10万年后的所有人能争取到我们用掉的石油量，会出现什么样的情况。不言而喻，由于这部分能源的价格正是如此昂贵，后代人一定不敢象今天这样分配能源。

由于第二定律被冷落一旁，所以每个重大经济和社会活动中都存在着物质进步的迷梦。我们可以援引农业、运输、城市化、军事化、教育、卫生等领域为例。在这6个领域内，我们相信自己已经取得了巨大进步。尽管暂时存在着这样那样的障碍和倒退，但是进步却是"永远"的。但仔细看一看，我们便会发现这纯属空话、大话。第二定律将揭穿这种骗局。

以下，我们将把以上6个领域作为熵定律对经济社会活动发生影响的典型事例而分别加以研究。现代社会的其它各领域正是这些领域模式的翻版。

5.2 农　业

"感谢上帝赐给美国农业！"世界羡慕我们的农业系统。堪萨斯平原上黄澄澄的一望无际的谷地，散布于威斯康辛农村的机械化奶制品农场，还有加利福尼亚南部硕果累累的果园，都是世界各国赞扬、研究、仿效的对象。乔纳森·斯威夫特*曾说过，谁能从以前种一穗稻谷的地里种出两穗稻谷，谁就该比别人生活得好一些。谁能不说，美国农业比美梦还

* 乔纳森·斯威夫特，爱尔兰讽刺作家，著有《格列佛游记》。——译者

美？前农业部长克利福德·哈定叹道，在其它地方，谁能一个人操纵现代化的机械烘养装置，养上 7,500 只鸡，或者在自动化牛栏里喂上 5,000 头牛。

今天，世界上有一亿多人口濒临饿死边缘。还有几乎占人类三分之一的人口每天食不果腹。据估计，几十年后世界人口将翻一番，世界对粮食生产的需求将空前增加。美国农业已生产出世界小麦和饲料产量的 20%，其中一半多出口到世界各国。大家都认为美国农业技术效率极高，这是一个不容置疑的事实。然而，美国农业其实是人类发明的耕作方法中效率最低的一种，使用牛、犁的农夫每单位能量的产量，要比现代美国机械化大农庄的效率高得多。这令人难以置信，却也是千真万确。

一个头脑简单的农民每花 1 卡能量，可换得 10 卡左右能量，现在，一个衣阿华的农民的确可以用1卡人力生产出6,000卡能量。但是，如果将整个过程中的其它能量也算进去，这种表面上的效率不过是宏伟的假象而已。仅是为生产"一个270卡的玉米罐头"，就得耗费掉 2,790 卡能量，其中大部分能量耗在农机使用上以及满足庄稼的化肥和杀虫剂的需要上。因此，在整个过程中，美国农民用掉 10 卡能量，方可生产出 1 卡能量。

今天的农业占美国经济能量总耗量的 12%。传统农业靠人力、畜力耕作，靠自然肥料施肥，靠庄稼轮种来维持土壤，靠害虫的天敌来减少庄稼损失。现在，这些都被精密机械和石油化学产品取代了。

伴随着精密机械和石化产品而来的能量流通增加越多，农业这一行业的集中化程度便越高。由于维持美国农业能量

需求的费用不断增加，小家庭农场主已被赶离农场，接踵而来的是大型农业综合企业公司。今天，39家公司占有美国庄稼地的21%以上。以后当你用餐时，不妨想一想：火鸡来自格雷亨德公司；火腿来自国际电话电报公司；蔬菜来自特纳克公司；土豆来自波音公司；什锦果仁来自盖蒂公司。农综企业公司现在控制了51%的新鲜蔬菜生产，85%的柑桔产品，97%的肉鸡生产，40%的禽蛋生产。只有大公司才负担得了以能源为基础的机械化农业不断增长的资本投资。例如，据估计，1950年至1971年间，仅农机费用一项就增长了3倍，农机原产值120亿多美元，后来升至330亿多美元。

同期内，无机氮肥用量增加了7倍，从1950年的100万吨增加到1970年的700万吨。杀虫剂用量增长更大。这些化肥和杀虫剂都出自矿物燃料能源。如果说我们的食粮是从石油里生出来的，而不是从地里长出来的，也未尝不可。每年，为了生产出同样数量的粮食，我们确实用掉了越来越多的石油。根据一个权威性的研究报告，1968年，人们要用掉5倍多的氮肥才能"保持1949年的"同样生产水平。换句话说，要多花掉5倍的能量，或多作5倍的功才能取得同一结果。

这是因为，象其它领域一样，农业所耗费的能量其中有一些被吸收进产品，另外一些则被浪费掉了。为了增加产量，美国农民不断增加能量的使用。虽然有些能量有助于提高产量，但越来越多的能量却被完全浪费掉了。体现在产量稍有增长上的边际熵减，与整个环境中的巨大能量耗费增长相比，是小得可怜的。很多耗费掉的能量四处散逸，污染了土地、河流和湖水。一半以上的水源污染和三分之二的固体垃圾污染要归咎于化肥流失所引起的硝酸盐污染。

化学杀虫剂是现代农业的另一主要能量输入形式。杀虫剂的使用量已从1950年的20万磅增加到1976年的16亿磅。我们依靠的农业技术是引起这种巨大增长的重要原因。为了提高产量，美国用单一经营的农业取代了多样化经营的农业。单一经营农作物不太适应环境，也就吸引不了害虫的天敌。在缺乏天敌帮助的情况下，只得大规模地加大化学杀虫剂的剂量以对付害虫。然而，其结果大为不妙。研究报告表明，过去30年来，尽管大规模地使用了化学杀虫剂，但仍有三分之一的庄稼生产由于虫害而遭受损失。要解释这种现象是很容易的。对于所用化学品，害虫已具备了一种天生的抗药力。根据政府"环境质量委员会"的年度报告，"已知有305种虫子、螨、扁虱等对一种或几种化学杀虫剂具有天生的抗药力。"一方面，害虫家族的天生抗药力越来越强；另一方面，化学品越用越多，越来越毒，害虫也随之更加有害；这种循环逐渐增加了成本，而且变得越来越严重。

农业专家德利尔·弗格森指出，从长远看，杀虫剂的增长对土地的生态平衡将具有"可怕的"影响。如其他刚开始研究该问题的专家一样，他警告说，杀虫剂对土壤具有不可估量的威胁。"每盎司肥土里含有几百万个细菌、真菌、水藻、原生动物门以及微小的无脊椎动物，如蚯蚓和节肢动物等。"弗格森指出，所有这些生物体对保持"土壤的肥力和结构"起着重要作用。杀虫剂正在摧毁这些生物体和它们微小的却很复杂的生态栖息地，这大大地加速了土壤的熵过程。其结果是土地严重衰竭并受到侵蚀。每年，有40亿吨的表土层被冲刷到溪流里。对此，化学品（杀虫剂和化肥）的应用要负部分责任。

据农业科学委员会的报告，"作物耕地的三分之一正在遭受制止不住的巨大土壤流失，这将引起生产能力发生逐步的、然而最终又是灾难性的衰退。"美国科学院现在估计，美国有三分之一的宝贵土壤耕作层已一去不复返了。在土壤表层受到侵蚀时，为了弥补损失，还得多补充化肥。1974年，价值12亿美元的化肥被用来补充土壤侵蚀造成的自然营养物的缺乏。我们的农业技术在作恶性循环：以化肥和杀虫剂为形式的能量输入越来越多，然而，土壤流失和害虫的抗药力也越来越厉害。

美国农业耗费的能量多了，整个环境的熵也相应增大了。以污染和土壤侵蚀为形式的混乱状态越演越烈，使得社会和农业部门都增加总开支。开支的增加，又引起那些控制农业的经济组织进一步扩张，提高集中程度。这些发展中的大农业综合企业又要求更多的能量以维持其运转，这意味着更多的能量又要从能流渠道里流失。当然，增加的维持费用要沿着整个能流渠道传递下去。最后的受害者是正在附近超级市场里付款的顾客；为了维持生命，他们不得不每星期为食物——能量付出高价。

我们距非再生矿物燃料的熵的分界线越来越近，高能农业过程的每一个阶段也在不断发展。1979年夏，沮丧、愤怒的人们为购买汽油排起了长龙，然而这还不过是热身赛而已。在未来的年代里，他们将在食品杂货店前排起长龙。

5.3 运 输 业

据称，我们的运输系统是世界上最先进的。我们为"节约"旅行时间而花的时间，比花在其它任何经济活动上的时间还要多。运输业现占国民生产总值的21%。运输业资金的80%花在汽车、卡车的购买上。我们的各种运输手段总共要耗费经济用能量的25%。由于这个数字未包括制造和保养费用，所以它大大低估了运输业耗费的全部能量。根据兰德公司威廉·E. 莫兹博士的推算，如将这些数字加进来，美国运输业每年将吞掉全部能量的41%。

与公众舆论相反，美国的运输系统同农业系统一样，在过去岁月里效率越来越低了。即货物和旅客的运输数量不变，然而所需的能量输入却日益增多。

本世纪以来，美国的运输系统先是主要依靠铁路，后改为依靠汽车、卡车和飞机。今天，汽车和卡车分别是客、货运输的主要工具。其它的运输方式有的被削减，有的被封存，但是，效率都比汽车、卡车高。汽车载一名乘客行驶1英里，要花掉8，100 B.T.U. 相反，载运同一人，公交系统只需花3,800 B.T.U.。然而，过去25年里，美国大量裁减了公交系统。货运数字更能说明问题。火车运1吨货物行驶1英里只用670 B.T.U.，运同样货物的卡车却要2,800 B.T.U.。尽管这样，1950年至1970年间，火车货运量还是从50%减少到33%。

我们所有的主要运输方式皆以非再生的矿物燃料为动

力。由于美国运输系统增加了对能量的需求，运输业现在更加集中在少数几家公司手中。虽然国内从前有几十家汽车制造公司，然而，今日的汽车工业却为汽车“三巨头”——“福特”，“通用汽车公司”，“克莱斯勒公司”所操纵。在这之前，火车、公共汽车和飞机运输业也出现过类似称霸局面。只有这些大公司才能承担由于多用能量而增加的成本。然而，在经济走向熵的分界线的今天，它们日感捉襟见肘。由于燃料危机加剧，汽车工业——美国经济的当然领袖，也不得不压缩生产，制造小型汽车。正如亨利·福特所说的："微型汽车带来蝇头小利。"

汽车变小变少意味着整个经济正在经受磨难。汽车制造业消费掉美国20%的钢材，12%的铝，10%的铜，51%的铅，95%的镍，35%的锌和60%的橡胶。早在1932年，一位汽车迷曾总结说，发展汽车生产会给整个经济带来远大的前程。

> 这个产品使可锻铁的消费翻一番，厚玻璃的消费翻三番，橡胶的使用则翻四番，将这个产品投入市场后，将会对工业界产生多么大的影响……就原材料消费而言，现代史上尚无能与汽车业相匹敌的产业

1970年，美国人在私人汽车旅行上花掉了1,370亿美元。每过24小时，就有10,000名新车主和10,000辆新汽车涌向条条通衢。美国一个消费者要将收益的四分之一用在汽车上。他要支付的名目包括：汽车，保险，汽油，维修，停车费，路捐，车票，联邦和各州的征税等。这些钱比他付在食物上的还要

多。

今天，六分之一的就业同汽车业有直接或间接关系。汽车是我们的矿物燃料文明的主要特征。在我们接近矿物燃料时代的末日时，购买、使用和维修汽车的附增费用恰好是量度能流渠道上附增费用的标尺。如果要问经济制度迟迟不顾"熵定律"效应时会发生什么情况，汽车业引起的大规模混乱现象便是一个贴切的实例。由于第二定律执法无情，我们得从日后受到更大惩罚的角度来估计过去50年里汽车所施予我们的恩惠。根据对某些费用的简单调查，我们没有人负担得起这笔账。

首先要考虑的是时间本身的费用。据信，汽车可减少两地间来往的时间。然而，事与愿违，汽车在得到广泛使用后，美国人住得距离工作地点越来越远了。40年前，大部分人是步行上班的。

今天，人们分散在20、30英里之外的郊区。尽管汽车作为一种运输手段比步行快，然而在交通高峰时，进出美国许多大城市的汽车不得不以时速5—6英里蜗行，如此，相对而言，汽车速度也是毫无意义的。目前，各地使用长期车票的乘客上下班要用掉30分钟至1.5小时。40年前，人们住得近，所以要么步行要么乘电车上班，他们差不多也花这么些时间。随着燃料危机的到来，汽车所耗时间也越来越多。1979年夏，本国许多地区的车主不得不平均每星期多花1—4小时去排队加汽油。

前运输部长艾伦·博伊德曾评论道：

假使有人告诉你，他看到了毒气体正在城市建

筑中漫逸，黑烟蔽日，大街上的巨大洞穴里挤满了戴金属防护帽的人，头顶上飞机正在盘旋，找不到降落的地方，成千上万的人们堵塞了街道，他们拚死地互相推撞，想逃出城市……你一定会闹不明白他说的究竟是战时的城市，还是交通高峰时间里的城市。

事实上，汽车造成的死亡和毁坏远比我们经历的任何战事可怕。车祸每年使55,000人丧生，另外，还有500万人因此残废。国家安全委员会估计，死于车轮下的人数，比过去200年中所有战争阵亡人数还多。真难想象，过去30年里竟有1,000,000人死于车祸！

从经济角度来看，交通事故引起的生命财产损失要10倍于其它暴力犯罪的总和。1969年，交通事故全部损失达130亿美元。1975年，包括车祸在内的社会损失费用高达370亿美元。这些损失还不过是整个画面的一角。随着汽车时代的到来，公路也应运而生。成千上万英里的公路中有混凝土路、沥青路及水泥路。汽车和公路的危险组合给环境造成了严重破坏。1909年，底特律到威纳县国家游乐场之间的一小段公路上，首次使用了普通水泥混凝土。虽然开始时不太起眼，美国的这项公用事业建设毕竟成为世界上最昂贵的工程。光是1956年至1970年，美国地方、州和联邦各级就在公路建设上用掉了1,960亿美元。各州政府预计，1973年至1985年内，它们还需在与公路有关的工程上追加2,940亿美元。

州际公路系统总计有42,500英里长。运输专家乔治·W.布朗说："公路系统正以不能忍受的速度毁灭土地资源和气候。"根据国家公路用户委员会的材料，州际公路系统每花

100 万美元，就要用掉 16,800 桶水泥，694 吨沥青材料，483吨混凝土和陶管，76,000 吨砂、砾石、碎石和矿渣，24,000 磅炸药，121,000 加仑汽油，99,000 英尺的木材，还有 600 吨钢材。

美国拥有 360 万平方英里的土地和 360 万多英里长的路。也就是一平方英里土地有一英里公路。道路的巨大发展竟占据了 53 个中心城市用地的 30%。洛杉矶闹市区里，大约有三分之二的土地被辟为停车或行车专用地。芝加哥，底特律和明尼阿波利斯的近一半城市用地“被用于行车和停车之用”。现尚无法计算市内汽车交通所引起的不断摩擦重压和行驶时对房屋及其它建筑物造成的破坏，但城市规划者们在研究城市交通耗费因素时，已引进了一个新词“汽车侵蚀”。

每英里公路，每一辆行驶着的闪闪发亮的汽车，都表示出微小的熵减少，因此，整个环境中的熵却大大增加了。如哪个倒霉蛋住的地方刚好挡了筑路工程的道儿，他定会对第二定律效应有切身感受。据加州大学交通运输学院的 O.R.纽齐尔的估计，由于新的公路建设工程，每年有近 10 万人被迫背井离乡。正如社会学研究所所肯定的，家园的破坏有种种无形的办法。毁掉人类在这里土生土长的家园，正如毁掉生物栖息地一样具有灾难性的后果。生活习惯的突然改变，使人们心灵受到创伤。犯罪率、失业率和精神病发病率的增加，常常反映了这种随之而来的混乱现象。如有人目睹自己有几条街的街区一下子整个被推倒，请想想这对他的心理该有什么影响。心理学家指出，随之产生的极其迷茫和困惑的感觉常常与战时狂轰滥炸后的体验很相似。

最后，还得考虑污染问题。当美国的 1.5 亿辆汽车（或

卡车、公共汽车)行驶在公路上时，它们消耗的能量都以一氧化碳、氧化氮、碳氢化合物形式排出。今天，美国多数城市里60%的空气污染现象是由汽车废气引起的。1971年，由于空气污染造成的建筑物和财产的损失估计达100亿美元。有关方面承认，心脏病和癌症患者死亡人数剧增，也同汽车废气引起的空气污染有一定的联系。

每天，"汽车排出25万吨一氧化碳，2,500吨碳氢物和8,000吨氧化氮"。1970年，汽车污染总共带来了11,100万吨氧化硫，1,950万吨碳氢物和1,170万吨氧化氮。

尤其可怕的是，人们已认识到熵的过程常常可以影响那些和能量原耗相距甚远而似无联系的活动。比方说，如某位在公路上驾车的司机被告知，每踩一下油门，就有可能加剧附近某6—7岁学童的大脑损伤，他一定会惊骇不已。前些年的研究报告已经表明，某些具有学习能力的儿童显示出了嗜睡、狂躁、腹痛和呕吐等症状，严重的甚至会瘫痪、痉挛、昏迷，同时，他们血液的含铅量较高。汽车废气是引起多数铅中毒的原因。哈佛医学院儿童医院曾提出了一项详尽研究报告：

> 教师在不知道孩子们含铅量的情况下，为2,146名儿童作了课堂行为鉴定。当科学家们将行为鉴定和儿童脱落牙齿(乳牙)研究情况相联系时，他们发现了一种直接和有规律的关系。儿童们铅感染越厉害，就越可能在操行上出毛病，如有的缺乏恒心和组织观念，有的不服从简单的指令，有的缺乏注意力、动力，活动性不强。

今天，高能运输系统应对社会破裂和能量基础的涸竭负主要责任。如社会不想遭受灭顶之灾，国家生存能力不受到威胁，那么，我们就再也不能容忍其恣意破坏了。

5.4 城 市 化

“过去200年里，多亏有了大城市，美国才得以发展。然而，大城市正在衰落之中，这已不是什么新闻了。人们面临的挑战是，要么就制止这种衰落，要么就听任所有的大城市进退维谷，直至变成明日黄花。”充满预言的文字，也许你会以为此话出自一位激进的社会学家或“小即美”* 理论的鼓吹者之口。但是，此话之所以有份量，是因为它的出处是《美国新闻和世界报道》。在美国新闻周刊里，该刊是最注重实业的。

第二次世界大战后，开始了以矿物燃料为基础的农业，美国也随后变成了一个城市化的国家。今天，80%的人口住进了市区里。美国一半以上的人口居住在1%的国土上。新罕布什尔南部和弗吉尼亚北部之间的10,000平方英里土地上，住有3,000—4,000万人口。长期以来，城市象征着好运气，更多的就业机会，更高级的文化。仅此而已。

今天，众多的美国人对大城市越来越不感兴趣了。最近民意测验显示，大多数人其实想住进小些的社区里。32%的人情愿生活在小城镇上；25%的人想住在郊区；26%的人想住在农村；只有17%的人才想住在大城市里。人们正在将他们

* “小即美”是经济学家E.F.舒马赫在《小即美》一书中提出的中心思想。他在书中批判了无节制的经济增长。——译者

的想法付诸行动。1970 年到 1976 年间，美国 17 座以前的大城市实际上净损失近 200 万人口。当问及离开这些大城市的原因时，外迁移民们可能会有很多不同的回答。他们可能要举出犯罪、税收、食品和房租等原因；也有可能说，城市里有工人举行的瘫痪性罢工，有失业，还有污染。这些人的反应触及了同一现象的各个方面：由于维持现代城市生活，需要输入大量能量，城市环境的熵急剧增大，人们怀疑城市化是否应继续下去。

我们理解的城市就是几百万人拥进一个方圆几百平方英里的大都市里。其实，城市还是一种较新的社会组织，其历史可追溯到矿物燃料时代的诞生时期。在现代中心城市崛起前，好几千年里人们就住在"城市"里。然而，根据现代标准，这些"城市"根本算不上是城市。举例说，古代雅典仅有 50,000 市民；巴比伦则只有 100,000 稍多一点。几世纪后的文艺复兴时期，城市规模才稍有改观。达·芬奇寓居的佛罗伦萨市拥有50,000居民。米开朗琪罗为西斯廷教堂的天花板作画时，罗马的人口在 55,000 上下。直到十六世纪，多数欧洲城市的人口还是不足 20,000 。美国革命时期，殖民地的两大城市波士顿和费城的人口还不到 50,000 ，纽约城则屈居第三。

随着十九世纪初工业革命的展开，一夜间整个世界变了样。1820 年，伦敦成为第一座拥有百万人口的城市。到 1900 年，已有 11 座城市的人口超过百万；到 1950 年，增至 75 座城市。1976 年，191 座城市地区拥有百万以上的人口。根据目前世界发展速度，到 1985 年将有 273 座百万人口的城市，其中大部份是在第三世界国家。

从世界人口的百分比来看，城市居民已逐渐占多数。据

估计，1800年世界有10亿人口，其中，只有约25%(2,500万)的人口住在城市里。到1900年，世界人口15%迁进城市地区。到1960年有三分之一的人口步前人后尘。照现在速度，到2000年，住在百万人口城市里的人数将超过1960年的世界人口总数。

过去两个世纪里，产生了世界性能源环境变化，城市生活发生令人难以置信的爆炸与此直接有关。城市生存要依靠它从周围环境取得可用能量的能力，还要依靠它贮存能量的能力和利用能量的能力。城市起源于8,000年前硬粮种植的发明。和水果、蔬菜不同，硬粮本身可以被长久地贮存起来。回顾矿物燃料时代前的城市，我们可根据能量基础而将它们分成“黑麦城市，稻谷城市，小麦城市和玉米城市”。

尽管硬粮为8,000年前的城市生活提供了能量基础，它仍然严重地限制了城市人口的数量和城市本身的规模大小。传统农业生产不出足够的余粮来养活大量城市非农业人口。由于城市直接依靠周围农村提供能量(粮食)，所以，为了不破坏自己的能量基础，那些城市地区未能象今天这样扩展。为了防止外来入侵，古代、中世纪城市周围筑起了军事城墙，这些城墙也确保城市不超过能源环境的允许范围。例如，伟大城市巴比伦占地仅3.2平方英里；中世纪时，伦敦城城墙内的面积还不及今日伦敦的一百五十分之一。过去的城市也不能依靠从遥远地区运来的粮食。矿物燃料时代之前，运输主要是通过畜力或人力进行的，因此，社会的能量基础完全限制了粮食运输的速度和距离。

众所周知，古罗马城是这些历史限制的一个例外。罗马城高峰时拥有近百万人口。然而，罗马城得以维持，完全是因

为它推行的殖民政策。如果没有大量的奴隶，没有细耕农业技术，没有大规模的导水管建筑工程，而且，没有无比重要的帝国军队，罗马便不可能负担起它的人口。从某种意义上说，为了克服太阳能农业能源基础带来的限制，就得掠夺整个已发现的世界。默利·布克钦在其著作中说得好："罗马的衰落可以从罗马的上升中得到解释。拉丁城市一跃变成帝国不是因为它的周围农村拥有丰富资源，而是因为它有计划地掠夺了近东、埃及和北非的财富。维护罗马中心城市的同时，摧毁了其它中心城市。"

一旦走上了城市发展道路，罗马便开始每况愈下了。城市越大，所需输入能量就越多。流进城市的能量越多，随之而来的混乱就越厉害，混乱越厉害，组织内部结构便更趋庞大以对付各种骚乱，这个过程不能被永久地维持下去。军队保护下的能量补充线越拉越长，越来越细，如此，军队耗费的能量比回到城市的能量还多。由于滥用土地，农业系统的偿还能量也开始日益减少了。连奴隶的膳宿费用都涨到人们不敢问津的程度。罗马城市官僚机构已变成庞然大物，而且其开支之大令人难以招架。最后，恶性膨胀的城市分崩离析地垮掉了，在被武力征服后，罗马又恢复了与能源环境相适应的生态平衡。罗马衰落后，就只有30,000居民了。

罗马这个实例表现了如城市不顾周围能源基础，对发展不加限制时会带来什么样的后果。外来能源可暂缓崩溃的发生，但清算的日子终究要到来的。我们的时代正是如此。现代城市以类似罗马的殖民方式维持自身。但是，象罗马一样，现代城市由于过分超越了地区能源环境的生产能力，因此，一旦到达了国内和国际能源基础的极限，它们便会很容易走向

崩溃。

现代城市的食物需求在这点上表现得尤为明显。一个典型的百万人口城市日需400万磅粮食。为了取得这2,000吨营养食物，城市不得不完全依靠以矿物燃料为基础的农业系统。如石化农业出不了高产，国内交通系统不能将小麦、柑桔、牛肉从几千英里外运到各个城市地区，那么，大城市便会很快出现饿殍遍地的景象。但是，我们已经看到，美国农业和运输业的脊梁——矿物燃料，正在日益减少而且越来越昂贵，这威胁到了城市的靠山——农业系统的生存。

纽约、芝加哥、洛杉矶的粮食来自何方？不会来自周围农村。由于城市郊区的扩张，几千万英亩的潜在产粮地变成了混凝土、塑料和钢材。也不会来自城市本身。历史上，城墙内曾辟有相当的土地专事农业。但随着城市的发展，越来越多的潜在产粮地也被移作它用。比如，达拉斯城的一半布满了公路、停车场和建筑物。五十年代中期，整个纽约城319平方英里土地上，仅有30,000英亩尚未被使用。

主要城市地区也在提心吊胆地依靠外来能源。一座百万人口的城市日需输入9,500吨燃料和625,000吨淡水。美国建筑(多在大城市里)的营造和保养需要本国总电力的75%，仅照明用电一项就占四分之一。世界贸易中心等摩天大楼要用80,000瓩的电力，这足够纽约州锡尼克特迪城之用。芝加哥的西尔斯大厦用电要比拥有147,000居民的伊利诺斯州洛克福特城用电还要多。同时，还必须向它们输入大量的自然资源。比如，西尔斯大厦拥有80英里长的电梯钢缆，其混凝土足以覆盖78个橄榄球场。维修建筑也需要资源。在美国各城市，由于钢材锈蚀迅速，目前每年的更换费据估计已达200

亿美元之多。

没有各种形式的大量能源输入，城市便会溃烂，人们便会失业，城市生活便会变得难以忍受。美国的一些最早的城市已发生了病入膏育的变化。据“城市学会”对美国城市基础结构情况作的一项调查，美国大城市里的基础设施，如下水道、街道、桥梁、公交系统和供水系统等，已陈旧不堪，在下个10年里需要大笔更换和维修资金。这些费用大得令人吃惊。为了维持其本身的生存，在下个10年里，纽约市需将120亿美元花在更换、维修、运转、保养等项目上，甚至象克利夫兰这样一个小城市，为在将来维持其本身的基础结构，也要花掉7亿多美元。

为了继续生存下去，城市需要输入大量能量。然而，与能量输入城市地区同时发生的混乱现象也削弱了城市的活力。比如，对城市的高能输入将会引起重大生态变化，大城市的年均气温要比周围地区高出3—4度。这是因为发电厂、汽车、空调机排出了各种废气，公路和建筑物引起太阳反射变化。城市里的空气污染物要比农村多出10倍。由于城市对能量的需求而引起其它的气象变化包括：冬季里，雾天比周围农村多10%；夏季里，雾天比周围农村多30%；城市雨雪量增加5—10%；太阳幅射减少5—10%；风量减少20—30%。

城市里的高水平能源消费和由此产生的垃圾，严重地影响了城市居民的健康，除癌症发病率高得出奇外，城市的其它多发病有气管炎、溃疡和心脏病。比起那些生活在较低能量环境的人们，城市居民也更容易表现出反社会行为，他们充满敌意，而且自私自利。大城市里的自杀率也较高；进精神病院的人占有较大的比例，精神分裂症、精神病、性格异常等在

城市环境里发病率都很高。犯罪率尤使人震惊：在拥有25,000—50,000人口的那些城市里，每10万人中才有5.7人被谋杀；但是，在百万人口的城市里，每10万人中竟有29.2人被谋杀。在10万人口的城市里，每年平均发生300起暴力犯罪活动；在百万人口城市里，竟有11,880起。

高能城市生活的集中程度也可以更微妙的形式影响人际关系和交流。例如，据估计，在曼哈顿的商业区与住宅区之间的地带里，随便朝哪个方向走10分钟，你都可"遇见"22万人。很明显，要注意到他们中每个人是不可能的。所以，城市居民建立了一种甄别过程，给予每个"输入物"较少的考虑时间。对于如乞丐、醉鬼之类的"非重要"人物，城市居民总是视而不见，充耳不闻。可能有几十人目击了一桩案件的发生，但无人会去报案，更无人去救援受害者。连上街步行这件简单的事情，也变成了蹺起脸，赶开那些属于不受欢迎的"输入物"之列的人们的过程。为了保持心灵能，城里人结交的朋友要比乡民们结交的少得多。邻居间可能互不知对方尊姓大名。我们就象救生艇里的水手，周围都是海水，但一滴也不能喝。

高度城市化的生活也有破坏人们有效参政的趋势。在小城镇上，任何人都可拜访市长，同他讨论某个地方问题。但在大城市里，个人的意见和参与近乎无意义。纽约市议会的每个成员平均代表了239,000选民。假如他一年中每天都工作8小时，而且，除了同他的每个选民谈上15分钟之外，什么事都不干，那么，这个议员全年也只能听到10,000人的呼声。

在一个分析大城市（100万人口以上）和小城市（10万人口以下）生活水平的报告中，柯克帕特里克·塞尔曾论证说，不论从哪方面看，大中城市都不如小型、分散化的社团组织。

大城市不仅容易在经济危机时期发生大规模失业现象，而且，从日常意义上讲，“由于人口拥挤，交通费用已经涨价；由于空气和水源污染，雇员发病率和死亡率已经上升；由于空气污染，保养和清洁支出都提高了；由于夏季‘热岛’*对城市的影响（或冬季因建筑物密集而得不到充足的阳光），能量耗费也增加了；由于罪犯猖獗，治安费用正在增长，然而伤亡率也在上升；由于学校质量差，新工人需要更多的教育投资。”

城市扩张意味着高能流动和混乱加剧。随着各种混乱恣意蔓延，城市的官僚机构也紧跟着发展，以管束这些越演越烈的动乱。但是，每个大城市依然发现它缺少满足诸如电力、下水道、学校、公路、治安、公共住宿等需求的对策。某项研究表明，大城市里的服务需求每年都要递增一倍。前10年里，纽约市政工作人员增加了300%，而城市的实际人口却下降了。

很明显，进入城市的能量出来时一定是垃圾。任何大城市的垃圾问题确实非常棘手。在首都华盛顿特区，每24小时就有4,000吨垃圾被收集、压缩。如把一天的全部垃圾堆在特区中心的林荫道上，那么，这些垃圾就差不多有华盛顿纪念碑的一半高。这些垃圾何处去？在特区，有5个大垃圾坑。然而，这些垃圾坑都快倒满了。当然，可以建造更多的倒垃圾场所，但是，由于都市人口高度集中，所以，任何新的垃圾坑都将不可避免地建造在几千人的居所旁边。尽管大家都希望有人替他们拾垃圾，倒垃圾，但没人同意在家宅旁边造个垃圾坑。对这个问题，城市当局有两个选择：一是烧掉这些垃圾，这将使空气更加污浊，产生出更大的污染；二是将垃圾装进火车棚

* 城市中一个区域，由于街道与建筑物群集，故吸热及贮热比附近区域高得多。——译者

车里运到美国人口密度小些的地方，但这将耗费数量可观的能量，并且增加城市税收。

维持高能流通和吸收城市能量流通渠道上不断增加的混乱都需要资金。“城市学会”透露，在100万人口的城市里，一个典型的居民要比5万人口小城市的居民至少多付3次税收。这笔钱的大部分将用于教育、治安和卫生服务领域。然而，根据现有数据，城市居民比小城镇、农村居民更易遭受犯罪的危害。他们的学校很差劲，而且，他们不如别人健康。作为能量输入增加的后果，城市环境的熵不断增大。城市问题已非通常办法所能解决得了。经济学家列奥波德·科尔指出：“很不幸，随着有机体的发展，有机体内的社会问题趋于几何级数的增长，而人们的应付能力却是以算术级数发展。”

最后，城市开始耗尽可得资源并且自暴自弃地堕落到了破产的地步。据环境情况中心的意见：“多数处境困难的城市的支出正以高于不动产价值提高的速度增长，而不动产是多数城市的税收基础。”在100万人口以上的城市里，每人平均税金为426.9美元，但是，地方上为服务费用负担的债务却为每个居民平均1,052美元。

尽管城市想保存自身，但实际上，它加剧了自己的经济衰退，税收激增迫使富豪、中层阶级居民和公司一起离开城市。富豪和中层阶级离开城市以后，不仅官僚机构的税收锐减，而且就业机会也所剩无几了。失业率上升，犯罪率首先跟着上升。城市就得花更多的钱来制止混乱，这个恶性循环过程继续不停。

纽约和克利夫兰濒临财政崩溃的情况为我们预示了，以后20年里过度发展和过度消耗的城市会有什么发展前景，我

们必须清醒地认识到，我们将不能继续维持这些令人难以置信的城市熵的环境了。

5.5 军　　事

世界从来未见过象我们这样庞大的军事机器。联邦政府每花1美元，其中就有0.43美元用于过去、现在和将来的战争。最近一个军事预算（1980财政年度）呼吁为国防而每年投资1,380亿，这比前一年增加了100亿。美国的武装力量现在包括至少25,000件核武器，200万军队，500艘大型舰艇，10,000架飞机，还有400个国内军事基地。20,000家军事承包商正在生产出几万个不同的武器系统。如要计算国防部下的直接承包工人的数字，那么我们当中的500多万人要靠五角大楼维持生计。

就大多数美国人来说，这一切都是理所当然的。从日本空袭珍珠港之日起，我们中大多数人就感到军费越多，我们的国家就越安全。人们对大萧条中的那些黑暗日子记忆犹新，同时，人们也记得，富兰克林·罗斯福是靠大量军事投资才使我们脱离黑暗的。因此，几十年来，国防开支总象是对经济有促进作用。但是，从我们的各个标准看，军用资源、能源越多，实际财富就越少，国家就越不安全，这是一个日益明显的事实。著名军事分析家西摩·默尔曼曾写道："我们的繁荣远不是靠了军事生产……将大部份资源输入军界，我们就会使整个国家瘫痪。"

今天，美国军方是全国最大的能源消费组织。联邦能源

计划中的80%以上要拨给国防部。如将军事工业承包商算进去，防务要耗费国家全部能量需求的6%。能量之外还有原料和人力。第二次世界大战以来，军方是全国最大的资本、技术的利用组织。为了维持这个基础结构，上一代科技人员中有一半人在直接地为国防部效劳，或是为军事承包商效劳。

军方搜刮社会的能量给社会造成了巨大的混乱。每月的失业数字尤其触目，老百姓幻想军费可提供就业机会，实际上，根据"密执安公共利益研究会"的研究总结，军事预算每增加10亿美元，全国就要失去11,600个就业机会。该研究还发现，在拥有全国人口60%的26个州里，随着军费增加，失业率也接踵上升。"国际机械师协会"最近作了一项调查，指出："五角大楼的1,240亿美元的预算使本组织丧失了118,000个平民就业机会。如减去军费所带来的88,000个就业机会，本组织一年还是要净损失30,000个就业机会。"1978年，参议员爱德华·肯尼迪宣布了由马里恩·安德森搞的一项报告。该报告指出，1,240亿美元的军事预算（1979年总额）使美国人丧失了1,440,000个就业机会。"

对军工生产的投资实际上会引起失业现象，这听起来似乎有点矛盾；但是，如我们看看军费带来的就业机会的性质，这个问题便迎刃而解了。军费带来的几种就业机会需要高度集中的资本和能源。在武器生产的诸因素里，人力不过是一个小小的组成部份。例如，联邦政府将一项年需10亿美元为期20年的承包工程包给了洛克希德公司，该公司将造出历史上最可怕、最昂贵的武器：三叉戟潜艇。为此，该公司雇用了16,000人。然而，如果把这10亿美元用在劳动力密集型的、能量消费较少的就业上，例如建造太阳能收集器等，就能提供

20,000 个就业机会。

军费也是引起通货膨胀的罪魁祸首。正如《纽约时报》所指出的："实际上，所有经济学家都感到……军费有可能引起通货膨胀。这是因为，钱虽到了工人的手里，但是他们能够购买的商品供应并未增加，而导弹之类的用户市场又在某种程度上受到了限制，这使得汽车、电冰箱和机械工具等货物价格猛烈上涨。"军工生产也在更重要的意义上引起了通货膨胀。热力学第一定律告诉我们，能量和物质都是守恒的。由于军工部门除了消费掉大量非再生矿物资源以外，还要消费掉全国能量总使用量的 6%，军工产品（这部份作功能量再也得不到了）表示的熵增大将使得能源供应更加紧张，进一步为通货膨胀火上浇油。

当然，也有人反驳上述意见：虽然消耗能量的军费开支确实会引起失业，通货膨胀和资源涸竭等社会动乱，但是，它也给我们一个史无前例的国防系统。如安全仅以数字为衡量标准，那么我们确是世界上最安全的国家。如果将世界核武库的骇人库存换算成梯恩梯炸药吨数，那么，此刻活着的男人、女人和孩子们（近 45 亿）每人可平摊 4 吨炸药。我们的某些氢弹具有如此大的百万吨级当量，其中任何一颗已有的炸药当量要比第二次世界大战时交战各方所掷下的炸弹总和还要大。利用我们原子武器库存，我们可以将苏联任何一个大城市炸平 50 次。而且，我们每日还在为我们的核武库补充 2 枚核弹。

国防上多花 1 美元只会加剧国防紧张局势。每当美国发展一种新武器系统时，苏联人便会感到受到威胁，如此就产生了新的不平衡。这又会驱使我们作出令人厌恶的反应。今天

我们花在防务上的实际资金要比1948年多出3倍。但是一旦核战争全面爆发，20分钟内将有16,000万美国人丧生，在这种情况下，谁能说，我们的安全程度3倍于过去？

武器系统越精密，能量集中程度和流通就越大。战争史告诉我们一个简单的道理，即能量流通越集中，战争就越可怕，就越惨无人道。目前，苏联和美国为了发展新武器，每年总共要花上200亿美元。美国正在独立试验20,000个未来武器的设计。

虽然美国武器系统已越来越消耗能量，构造越来越复杂，而且价格也更加昂贵，但是，实际问题仍然日趋严重。巨额费用超支，已是屡见不鲜的现象。目前，三叉戟潜艇已超支4亿美元。某些武器系统则运转失灵。能源部曾承认，所有北极星AL-型导弹（六十年代中期军方的骄子）中的75%是臭弹。精锐产品飞机失事已时有所闻，其原因却还待探究。

最后，在军界努力使这些毁灭性装置包含更多能量的同时，武器系统也复杂到了荒谬程度。有关MX导弹的一项军事提议已受到了国会的青睐。该项提议主张，为了使200枚导弹避开"敌人"的视线，可使每枚弹头穿梭于地下25个掩体内。他们意见是，由于苏联不知道每枚导弹在何处，所以，为了确保摧毁这些导弹，苏联就得发射5,000枚导弹。为建造该工程所需的地下铁路和隐蔽掩体，据估计空军将要在密西西比河西部取得350万英亩的土地。这几乎是康涅狄格的4倍，然而，这仅仅是为了安顿200枚导弹！

五角大楼希望在堪萨斯州建造MX导弹地道，但据这个州州长估计，本项建设将破坏堪萨斯西部186,000英亩农牧好地，还要把该地区的40,000名居民从6,500平方英里土地

上逐出；20—30年内，人们将不能象目前那样在这块土地上休养生息。更有甚者，建设人员和家属将使堪萨斯西部人口增加81,000,使公用事业费用涨至3,750万美元。而且，这位州长质问道：怎样才能将这些导弹运进地下庇护所？每枚导弹约100万磅，长150英尺，宽22英尺。鲁布·戈德堡计划的总费用为300—400亿美元。

MX导弹不过是各类开发中的武器系统之一。如同科学幻想小说那样，下一代战争里，导弹将自行识图，自行制导，粒子光束死亡射线将从外层空间射向敌人。美国希望能在1985年将高能激光武器全部投入使用，该武器可以融化坦克，或是集中光束摧毁地球上空几千英里外运转中的卫星。

然而，尽管我们有如此大的毁灭能力，美国的军事优势却是非常不保险的。以前的士兵肚子饱了便可行动(食品是他们的主要能源)，今天的军事行动则靠石油。然而石油资源却日益减少。1978年国防部的全部能耗超过了40亿美元，为1973年的2倍多。据五角大楼的鲁思·戴维斯在国会里作的证词，能源费用上涨"已使国防部不能如愿作好准备"。尽管自1972年以来，国防部已努力削减了30%的能量消耗，但是，这种节约是通过裁减兵员和减少演习次数而取得的。戴维斯说："通过这种裁减达到节能目的，就将严重影响我们把部队的准备状态维持在可接受水平上的能力。"1973年的石油禁运和1979年的伊朗革命"又提醒人们要更加注意，那些直接控制或间接影响对美国和盟国石油输出的人有可能施加政治、经济或军事的压力"。面对现实，五角大楼认为："八十年代末，九十年代初，美国对汽油燃料的需求将严重匮乏。"

即使我们军事行动所需能源来自国外，然而我们的战争

机器已是如此的专门化，要找到替代能源也是难的。国防部日用汽油的90%是“机动燃料”，供飞机、导弹系统和舰船之用。戴维斯指出：“五角大楼私下认为他们可得到汽油之类的产品补充，所以继续设计和建造武器系统。”她补充说：“在二十一世纪的相当长的一段时期内，军方将不得不依靠液体碳氢燃料。”

为了应付能源供应减少，军方必须加紧开发新能源。过去曾派兵进驻中东石油产地。实际上，五角大楼最近也透露了一个类似的建议以试探公众的反应。但是，任何这样的入侵都有可能导致核战争。因此，军方只得在国内多打主意。总统已经保证，军队的燃料需求将继续得到100%的满足。很清楚，这将导致进一步从其它社会经济需求上搜刮能源。五角大楼已成为推动政府、工业界合作搞合成燃料的主要促进者。假使合成燃料搞得起来，军方希望能消费国产合成燃料的50%。为了保持其能量流通，五角大楼甚至提议成立“国防机动燃料行动计划”的组织，这将使军方在美国能源政策上行使前所未有的控制权。在石油越来越难得的情况下，五角大楼任何维持高能流的举动，都无疑会给社会其它部门造成更大的破坏。

由于我们的武器系统越来越复杂，我们的军事力量在世界上搞扩张，我们需耗费更多的能量来维持越来越庞大的军事官僚机构。据前国防部分析家纪尔·雷文纳尔的意见，“我们的整个防务预算中，只有10%不到用于保卫国家及其根本利益。”其它的则被用来维持我们世界范围内的军事力量。在当前的军事预算中，350亿美元花在新武器的制造上；其它的1,000亿美元则实际用在人员和保养费用上。

军费增长已高到可悲的程度，就在军方挣扎着维持其本身及能量输入时，军方也不断从社会能流渠道上夺走能量，这加剧了其它如饥饿、贫困等来源于能量的问题。目前，世界上所有国家每年在武器方面共花4,000亿美元，几乎是每一分钟100万美元。战争和战争准备大约消耗世界商品、劳务总产值的10%。这等于世界一半人口的全部国民生产总值。每年，有8亿人靠200美元以下的收入勉强度日，还有2,000万人死于饥饿，高能量的军事消费已成为亵渎行为。如果每年能从世界军费预算中抽出2%，就能为第三世界国家的每个家庭提供一个炉子。在美国，一艘航空母舰的造价（16亿美元）就几乎是职业健康和安全计划预算的2倍。一架A-7E柯塞尔攻击机的单位造价就等于1977年度环境保护局安全饮水计划预算的2倍。

最后，战争和战争准备是人类活动之最典型化的熵形式。说到底，对导弹只有两个办法：或将其毁灭，或贮存起来，待过时了再销毁。不论怎样，由于可造武器的地球资源有限，我们正在把后代的犁铧做成现在的剑或弹头。

5.6 教　　育

我们中大多数人都有过复习迎考的痛苦经历。“魔笔综合症”是学校里常有的现象。每到考试的前夜，学生们便拿出一支黄色的“魔笔”*，开始在教科书上划出大段大段的课

* 魔笔，一种用作标记或绘画的工具的商品名。——译者

文。他们希望能背诵和记住大量的材料，然后在第二天早晨把这些材料还给考卷。在考前24小时里，他们很有可能记不住，或只记得一点儿材料。在以后连续几天里，他们都会感到失望。学生们因考试而“亢奋”，此后他们又“崩溃”了。这是美国教育系统的一个典型形式。

学生们迎考和衣阿华农民培育稻谷不无相似之处。两者都要消费大量能量，都稍稍导致了产品的熵减小(对学生来说，记住的知识量)和环境中熵的增大。就谷物而言，整个环境里的熵的增大叫做环境污染，心理学家现把聚集在学生环境中而被浪费能量叫社会污染。它表现为从神经病的发展到精神崩溃等多种形式。

我们做的一切事情都要花费能源，即使是求知过程也不例外。如其它方面一样，熵定律总是致力于收集信息。当然，无论何时我们学到什么东西，我们总是相信自己在为我们居住的地球的价值和秩序作出贡献。长时期以来，教育者们相信，至少求知过程是一种违反热力学第二定律的活动，它或者树立更严格的秩序或者发展负熵。现在却不同了。自从第二次世界大战后引进控制论和现代信息论以来，科学家们认识到，收集信息和储存知识都要花费能量，因此，就得为熵付出代价。

早在70年前，亨利·亚当斯*就在一篇文章中提到，人的思想在收集和贮存信息时甚至也要服从熵进程。他的《致美国历史教师的一封信》这篇文章是写给美国历史协会的。在文章中，他大胆提出，发展几世纪之久的人类思想已同其它

---

* 亨利·亚当斯(1838—1918)，美国历史学家。——译者

活动一道向同一方面发展，即，向一个越来越复杂、高度浪费的状态发展。这篇文章在当时引起了学术界相当大的轰动，这是因为亚当斯犯了极端的异教邪说罪。他象一个夜间行窃的贼，潜进了文明最深处的神庙，然后轻狂地将第二定律掷过最最神圣的、为崇拜人类思想精神而建立的祭坛。自从他将自己思想诉诸笔端后，已经过去了70年。亚当斯的文章却一而再、再而三地被学者们从故纸堆里翻出来，成为一个激起热烈辩论和讨论的题目。

如果亚当斯犯了异教罪，那么，相信潘朵拉宝匣传说的古希腊人，和相信伊甸园内亚当、夏娃传说的犹太人和基督教徒也都犯了异教罪。这两个传说都认为，知识的取代破坏了世界的原始美。当潘朵拉打开宝匣盖子时，也打开了生活的秘密；夏娃吃了智慧树上的苹果，则标志着一个漫长、痛苦历程的开端。积累、利用更多的知识使世界陷于更加混乱、瓦解的状态。

亚当斯观察了人类思想过程：本能——直觉——理智——抽象数学思维。他总结道，每个连续的思想创立过程都表现出更大的有序性、更高的能量流通，并且因此在过程中耗费掉更多的能量。比如，在把原始人对环境作出的本能反应同现代人对环境作出的抽象理性反应作比较时，亚当斯指出，在前者情况下，思想过程中的步骤少得多，能量耗费也就少得多。

在生活里，我们感到亚当斯的观察是准确的。比如，我们常听说人体器官对情境的反应比理性化决策更为可靠。或者说，有时，在特定情况下，相信智力不如相信本能。如果问这是为什么，一般解释是人的直觉或本能与现实发展更加协调。

这是千真万确的事实，而且同第二定律有着千丝万缕的联系。如上所述，思想过程中步骤越来越多，越来越复杂、抽象、集中，能量的耗费和混乱程度就越加严重。人类思想发展史是人类思想越来越偏离生活中的现实世界的历史。

事实说明，随着我们的能源环境越来越严酷，越来越苛刻，我们的思想活动也日益复杂、抽象。在采集-狩猎型的环境里，只要有一点原始的生存本能就差不多足够了。相反，农业环境则需要多得多的抽象管理意识。工业环境需要的抽象意识更加多。

思想活动的主要目的是帮助人类生存。人们又靠了发现和加工可用能源的能力而生存。由于能源环境已难以利用，我们就不得不依靠大量的思想工具来安排（和促进）我们的发现和改造活动。

人类思想活动从本能反应到抽象数学推理的发展，给周围世界造成了更大的混乱，这也是事实。采集-狩猎者对世界的损害，比起掌握了抽象推理巨大力量的现代人的损害来要小得多。

人类历史上的"殖民"时期的特点，便是疯狂地逐一耗费掉各个能源环境，为地球制造越来越严重的混乱状态。为了在系统里变换增多了的可用能源，人类思想仍在不断探寻、采集、选择、储藏和利用能源的新途径。

今天，我们耳濡目染的都是信息。广告、大众传播媒介、我们的教育系统每天都向我们发出成千上万的信息。毫不夸张地说，从早到晚信息无时无刻不在侵扰着我们。去年，为了"教育"消费者，广告行业就花了470亿美元。美国人平均每天要花5小时接受来自电视机的单向信息流动。丹尼尔·贝

尔等经济学家指出，我们的经济正从工业模式向后工业模式过渡，在后工业管理中，传播和信息系统将统治全国的经济活动。

这种信息剧增演变成了能量的大量耗费，同时，混乱现象也越益严重，集中化和专门化的程度也提高了。还有其它伴随着熵过程速度加快而出现的特征。公营、私营信息和传播组织已经变成了一个个巨大的官僚封地，并据此向每个美国人的生活施加巨大的影响。信息的收集、交换和扩散正以空前的速度激增。所谓信息革命引起的能量增加已在社会能流渠道里制造了大量混乱现象，还要转移更多的能量以支付信息传播组织和机械的与日俱增的费用。

当前的计算机和微型集成电路片的"革命"便是一例。鼓吹者们乐于指出，过去 30 年里，个人用计算机的价格在猛跌，计算机的体积也缩小了许多，使用计算机需要的能量和材料数量也从根本上减少了。同时，尽管计算机在日益缩小、跌价，减少能源耗费量，但它们的信息储存量和检索速度却得到了巨大提高。

这样，就容易看出，为什么计算机鼓吹者们要说计算机至少是一个用得少、做得多的实例。他们说，这应是不言而喻的。把 24 卷的《大不列颠百科全书》微缩在几便士一块的小片上的日子到底已不远了。据估计，将来人类所知的全部知识皆是信手可得的，人们再也不需要离家求学了。这样，计算机要比传统收集信息的方式花费更少的能量；而且，它使人们更快地取得信息。由于电子机算机售价甚微，任何人都能占有一台。从表面上看，这种论点很有说服力。然而，尽管上述观点给人印象颇深，从各方面看，计算机革命还是引起

了世界整个熵的剧烈增大。电子计算机化对熵的整个影响大大抵消了个人用电子机算机带来的能源节约。

首先，我们要懂得，虽然目前的普通个人用电子计算机耗费的资源比那些30年前的型号要耗费得少，但电子计算机的数量却因此急剧增加了。这必然会消耗掉大量世界资源。第一代电子计算机诞生几年后的1950年里，总共才造了60台。但是，由于发明了半导体和微型集成电路块，电子计算机时代便轰轰烈烈地开始了。1959年连续生产了6,000台，1966年生产了15,000多台，1970年生产了80,000多台。这些电子计算机在3,000个不同的工作岗位上效力。今天，成千上万的电子计算机进入了我们生活的各个领域。国际通用机器公司宣称，现在收到的客户对1980年度产品的订货量，比该公司1950年至1977年生产的总数还要多。所有这些计算机都要使用非再生资源。

其次，我们应记得，电子计算机是用来收集、贮存和传播信息的。电子计算机要处理事实，但是，从熵流动上看，这些事实只有被社会技术变换器用来收集、交流和消耗能源时才有价值。电子计算机好比体内感官。大脑使用眼睛、耳朵和鼻子来看、听、闻。它们是信息的采集者。然而，如果动物要生存下去，它还必需使用脚、爪、牙齿、颚等体内器官，把所得到的感知材料用于收集和消费周围环境中的可用能源。动物的感觉器官越复杂，就越能为发现和转化能源收集到必要的信息。

同样，电子计算机社会产生信息越快，社会变换器就会更加将这些感觉资料用于采集和转化可用能源。能源流通增加又会加剧混乱现象，使现存能源基地更快涸竭。而且，还会导

致社会经济和政治组织更加集中化、集权化。这样，电子计算机的真正目的便是通过更快地提供感觉材料，加速系统里的可用能源转化。

我们也应注意到，由于电子计算机已迅速承担起社会各有形职能，社会的生存必须依靠其运转。表面上，电子计算机使各种进程"效率提高"，事实上，电子计算机使社会日益复杂，崩溃可能性也是确实存在的。比如，由此而生的计算机一处失灵，某家大电厂的一长串按键也会跟着遭殃，让设备关闭上几天。如谁在大机场的服务台前赶上电子计算机"不高兴"，他便会很快地为电子计算机失灵而感到沮丧，甚至孤立无援。当整个系统的有效运转有赖于一台电子计算机时，如这台电子计算机失灵，整个系统也会跟着失灵。人类成了技术的人质。

很奇怪，似乎是我们得到的信息越多，我们就越难做到消息灵通。作出决策成为难事，而且我们的世界也使我们更加糊涂。心理学家称这种状况为"信息超载"。这个巧妙的临床术语背后是"熵定律"。发出的信息越多，我们可吸收、保留和利用的信息就越少。剩下的能量以耗费掉的能量或垃圾形式聚集起来。这种耗费掉的能量越集越多，确实是一种社会污染，各种精神错乱症状也增加了，正如有形垃圾损害了人体健康那样。

美国的精神病剧增和信息革命是并行不悖的。这并不是说精神病增加是因为有了信息超载。其它因素包括：遗传，空间拥挤，人口流离失所，移居现象增多，环境污染，紧张等。不到 20 年间，美国的精神病学间被移出了学术殿堂而成为了一个价值 150 亿美元的行业。今天，4,000 多万美国人，或者说

每5个人中便有一人正在为各种精神病接受治疗。某些卫生当局认为精神病已发展成流行病，为此，当前开展了一场热烈的争取相应的治疗设备的运动。美国的精神病防治人员比警察还多。他们，不过是某个日益庞大的综合企业的一部份。这个综合企业包括：

"大约1,100家独立的精神病门诊所，300家提供精神病门诊服务的普通医院，500家受到联邦政府资助的社团精神病中心，几万家疗养所、供膳护理单位、重返社会训练所、行为诊所，还有专治虐待孩子、酗酒和预防自杀的诊所。"

不久前，纽约州立大学心理学教授列奥波德·贝拉将精神健康状态同公共健康状态作了比较。他论证说，为了"保护社会免遭感情污染"，还要多作努力。可能有人会对贝拉博士的危言耸听持异议，但是，毫无疑问，"情感污染"这个术语准确地描绘了我们日渐进入信息社会时所发生的情况。

我们任何人每天都在工作中、学校里、家里和社会上感受到了信息超载的影响。我们发现自己一般不想多了解某个事件或这个世界。这是因为我们已失去了控制能力。我们的神经系统和大脑一次只接受和使用一定数量的信息。如面前信息太多，我们便滤去部份信息，或者干脆拒绝全部信息。如信息夹杂着各种各样噪音直向我们扑来，我们便要感到焦虑不安。面对这许多目不暇接的信息，你感到有多少次脑子要爆裂，或是要被吞噬掉？

当然，各人有各人的忍耐限度。然而，超过了限度，日益增加的信息流通和积累起来的耗费便会引起崩溃和严重的精神病。

我们的社会发明了一整套处理混乱的办法。但社会却没

有意识到，额外的信息输入虽然减轻一种症状，却带来其它更严重的症状。此刻印在我们脑海的是一个我们所熟悉的吸毒患者的形象。为了得到心灵上的宁静和有规律的生活，他绝望地从一个精神疗法跳到另一个精神疗法。待他试完这些大杂烩式的技术时，他的钱包已露底，而且他还超荷负载了许多零星信息，这些信息相互抵触，各有"处世"的良策。他彻底地蔫了。

信息革命对教育系统的影响尤其恶劣。过去15年里，美国公共教育费用翻了4番。1978年，在全国公立学校就读的4,400万儿童花掉了810多亿美元。而同期内学生的实际知识水平却在持续下降。如1979年，美国15%的17岁青年是半文盲。许多教师和家长都在质问，为何在学校各种教育辅助手段越来越先进，并拥有一支经过各种专门训练的职业教师队伍的情况下，学生学到的却越来越少？哥伦比亚广播公司的一个有关教育的特别电视节目曾采访了一名妇女。她总结了这种明显矛盾的现象。她说，她是在南方某个只有一个小房间的校舍里接受教育的，里面只有"几张搭起来的桌子，一本破书，几根蜡笔，还有几块拼起来的黑板"。她就是不能明白，为什么她能读能写，而她就读于拥有"最新设备"的学校的孩子和小朋友们却不能读不能写。这里，我们又要将原因部份地归结于熵过程的加快和由此产生的混乱积累。

第二次世界大战以来，公立学校系统的发展也走了美国社会许多组织的老路。小学校被合并进了大型中心化综合学校。学生们离开了街坊；中心化学校也加剧了官僚化和专业化。这引起学生们感情疏远，不遵守纪律，等等。中心化综合学校也能为促进学习而利用各种时新的信息技术和专门课

程。所有这些加起来，便会极大地增加能量流通，并且导致接受能力降低，破坏、暴力行为增多等问题。在哥伦比亚广播公司的报道中，一位教师说：

学生答错题，注意力分散的现象正在激增……我们将知识灌输进课堂，灌输到孩子们的脑袋里。突然有人发现："天哪！这孩子不识字。"

一位家长评论道，在教育"技术化"如此压抑孩子的情况下，如果他们能学到点什么，那真是奇迹。这位家长说他曾访问过学校的"阅读中心"，贴在四周墙壁上的很多"正确的"阅读指导让他很不舒服。他说，在这种超载情况下，"我不知道孩子们会如何对阅读发生兴趣。换了我，它会使我大倒胃口的"。

美国各大中心学校的教室里和走廊上充满了浪费掉的能量。这在很大程度上是教育系统造成的。毫不奇怪，孩子们的注意力会难以保持集中，而且，他们还会流露出一定程度的焦虑，这常常会引起彻头彻尾的暴力行为。学校破坏行为现在每年造成6亿多美元的损失。当然，学校外部很多与信息超载相关的因素也应替部份罪过负责。也许电视是罪魁祸首吧。一天5、6个小时不停的单向信息流动必然会削弱孩子集中能力和吸收信息的能力。一位教育家说：

我认为我们已培养了这样一代人，他们以为传播便是接受信息，听别人说，而不是发出信息。而且，也因为这种传播富有刺激性，所以，他们在教室里看

着教师，我认为，也会作些不愉快的比较……这不如瞬息万变的画面那么让人激动。读书是辛苦的劳动，跟荧屏上的形象不是一致的。

就在我们渐渐招架不住信息超载的时候，传播媒介、教育行业和信息科学却发明了加速信息流动，压缩信息的新方法；它们甚至要把更多的信息强加于我们，让我们为经济或社会的边际效益保留足够的信息。如果你停下来考虑一下，就会发现这种现象实在不近情理。他们从未想到，混乱加剧的根源就出在这些引导大量能流、增加过程中环境熵的变换器上。这使人想起了一个故事。有人告诫监狱看守说，多惩罚犯人只会使他们多干反社会的勾当，增加暴力。看守经过认真思考后发现解决问题的方法是要"惩罚增加的暴力"。

5.7 医　疗

就象现代社会里几乎每种其它活动那样，现代医学也从牛顿世界观内得到了启示。医学上的力学方法统治医疗行业已达200年之久。英国卫生专家托马斯·麦基翁总结了那种盛行的观点：

十七世纪树立的生物学、医学的方法是建立在物理学模式基础上的机械学方法。自然用力学术语来表达，这又使得生物学界认为，任何有机体象机器一样，只要熟悉其结构和机能，就能拆卸和组装。在

医学上，这种观点进一步使人相信，如果理解了疾病过程和人体反应，便可主要利用物理（外科）、化学或电疗等手段进行治疗。

今天，卫生保健是美国第三大行业，占国民生产总值将近9%。投入医学领域的1,500亿美元的很大部份是用来添置更复杂、更精密的技术设备。现代化医院和诊所里的诊疗器械多得过剩。医护费用增加的一大原因是我们引进了所有这些医疗装备。患者为这些器械支付的费用正在猛涨。1950年至1976年间，个人的保健费用从76美元涨到了552美元。费用上涨在很大程度上是为着支付不断增加的医疗机构的维持费用。今天，那些生意清淡的家庭私人医生同大型综合医院相比，顿时黯然失色，那些中心化机构拥有几百名医务专家和设备器械。

中心化、专业化和仪器精密化都表示能量耗费增多。医疗领域里能源耗费越多，相关的混乱程度也随之提高。尽管医生们对此讳莫如深，但可悲的事实依然存在：医疗行业比其它社会活动更难摆脱熵定律的影响。

你很有可能从未听说过iatrogenic*这个词，但是医生们都知道。如你在某个医生面前提及这十个字母的小词，医生便顿时会作出警觉的反应，同时，他还会有那么一点惶恐。iatrogenic 疾病是指那些实际上由医生、医院、药物或治疗器械引起的疾病。

事实上，一个疗程后的病症暂时缓和常常会给病人带来

* iatrogenic：由医生或医疗手段导致的疾病。——译者

更长远的病患。部分原因是:“75%至80%的求医者的症状或能自行痊愈,或者是不可救药。”然而,医生们仍在动手术,开药方,这只会为病人制造比求医前更多的麻烦。比如,我们大多数人都知道,我们接受爱克斯光透视所得的好处(熵的减值)同辐射(熵的增值)的长远危害比起来,常常是微不足道的。

在涉及药物的使用时,我们开始了解到熵过程是如何发展的。每隔24小时至36小时,50%至80%的美国人便要服下一剂医生处方的药,尽管他们能暂时地缓解一下眼前的难受或疾病,但从长远看,药物对人体的坏作用肯定不会小。抗生素就是最明显的例子。这些所谓灵丹妙药可治疗所有已感染的疾病。但其结果却是灾难性的。抗生素杀死了所有细菌,同时也摧毁了许多维持人体具有至关紧要作用的体内有机物。阴道炎、肠道消化感染、维生素缺乏及其它许多失调现象,都是因为持续使用抗生素之故。大量使用这些药物还导致了新的细菌抗药能力急剧增强。这些毒菌在经受了直接用药和人体正常痊愈活动之后而幸存下来。1976年,在西德的林堡召开了一次有关的国际讨论会,许多与会者一致认为,人类目前的境遇还不如过去没有这些所谓神药的时候。

抗生素还不过是问题的一端。据1962年参议员小组委员会公布的一份详尽研究报告,美国过去24年多合法销售的4,000种药品中,几乎有一半的药品价值有待科学证明。更叫人惊讶的是,各大药厂生产的这些无效药品实质上很危险,而且已损害了人体健康。药物学研究员弥尔顿·西尔弗曼和前卫生、教育和福利部部长助理菲利普·李在他们的《药物、利润和政治》一书中报告说,死于药物引起的有害“继发失调症”的患者要比死于乳癌的人更多。作者们认为,这个问题已是

十分尖锐，目前，药物副作用已“构成人们住院的十大原因之一，而且，应对每年5,000万个住院者负责”。

对于现代医疗业务造成的长远医疗能力减退，其严重程度现尚无法完全得知。然而，我们确实知道，即使病人在医院里接受治疗，他们中每5个人便有一人要患上由医生或医疗事故引起的疾病。这些病人中每30人就有一人最终死于与医疗有关的疾病。

悲剧在于，很多病人从一开始起就完全不必住院。一项国会报告披露，1974年，医生们作了2,400万个不必要的手术，导致了11,900个不必要死亡的病例，使公众蒙受了40亿美元的不必要损失。

现暂且承认熵过程在起作用。但是，怀疑者也可能会争论道，即使真有惩罚（熵的增大），现代医学还是能至少“暂时地”增强人们的健康和体质。有关寿命延长的数据，常被用来证明现代医学的丰功伟绩。因为同其它种类活动一样，社会要继续维护医学上的机械论方法。所以顽固地坚持吹嘘现代医学的功绩。

现实是，现代医学在消除那些主要的致命病因上，根本未起任何作用。因此，它不能因寿命延长而邀功请赏。前几年的某些研究已表明，过去150年里，有助于寿命延长的重要因素是卫生设备和卫生状况得到改进，营养条件得到改善。波士顿大学和麻省总医院的约翰和松加·麦金莱作了其中一项研究。正如麦基翁从前在欧洲作研究时一样，他们发现，美国自1900年以来死亡率不断降低的主要原因在于11种主要传染疾病已被消灭了：伤寒，天花，猩红热，麻疹，百日咳，白喉，流感，肺结核，肺炎，消化道疾病，小儿麻痹症等。除流感、百

日咳、小儿麻痹症外，其它所有传染疾病几乎都在医疗手段干预前彻底降低了发病率。该报告总结称，在一般情况下，

> 医学措施（包括化学疗法和预防疗法）似乎是1900年以来美国死亡率明显下降后几十年里出现的，而且其中多半无任何明显功效。

美国人平均寿命延长一直持续到1950年。1950年后，便趋于稳定。今天，至少男人的估计寿命缩短了。很有意思，这种寿命倒退恰好发生在医学向高技术医疗护理起飞的时候。五十年代也标志着美国进入石油化学工业时代的开端。在这点上，连政府都承认1950年以来的疾病增多，同我们石化工业经济造成的污染或高熵垃圾有着直接联系：

> 我们创造的环境可能是美国人死亡的主要原因。死于癌症、心脏病和肺病的人们占1900年死亡总数的12%，1940年的38%；到1976年，这些疾病导致了59%的死亡率……不断有证据表明这些疾病的发生大多同环境的性质有关。

这是联邦政府的一个最高级工作小组所作出的结论。这个小组的代表成员来自环境保护局、国家肿瘤学会、国家职业安全和卫生学会以及国家环境健康科学学会。

根据医学专家们的意见，人类所有层次的生活受到各种大规模的污染是问题的症结所在。用熵的术语来表示，就是，在这高度工业化的环境里，我们为享受高水平的生活（大量能

量流通）而付出了扩散疾病和死亡的代价。让我们回忆一下，污染不过是社会能量流动中那部份积累起来的耗费掉了的能量。能量流动越大，污染越大，最终便引起更多人死亡。

污染对人体的致命影响实在可怕。纽约城里，大多数出租汽车司机的血液里一氧化碳含量很高，他们不能输血给心脏病患者。

最近，科学家们告知参议员小组委员会说，再也找不到未受污染的婴儿牛奶啦，"人奶中含有的农药、化学残余物和其它致癌物质正在日益增加，婴儿配膳中也有含毒的铅沉淀。"

前些年的几项政府报告总结说，美国60%—90%的各种癌症是由人为环境因素造成的，如食物防腐剂、添加剂和有毒化学物质等。卫生、教育和福利部长约瑟夫·卡利法诺于1978年夏末的一次宣布使我国劳动大军大为震惊。他宣布的一项全面研究的结果称，在所有的癌症中有20%到40%是同劳动有关，这是因为他们接触了各类金属、化学品以及种种维持工业生产所必需的过程。由于人们接触化学致癌物质到癌的生成有20—30年的时间滞差，所以，据估计，今天每3个活着的美国人中就有一个在他（她）一生中将得癌症。实际上，由于工业、商业大多在第二次世界大战以后才增加化学合成物、农药和其它化学物质的使用量，所以许多医学专家估计，八十年代中期将会发生无法控制的癌症流行病。

癌症绝非工业社会污染导致的唯一致命疾患。联合钢铁工人工会报告说，各种"职业病每年使50多万工人失去工作能力"。环境保护局委托作的一项研究总结道，美国工人每年仅因空气污染造成的工资损失就高达260亿美元。美国肺病学会作的另一项研究估计，每年由空气污染造成的医疗开支

就达 100 亿美元。

最近将来的卫生前景不容乐观。人类天生就不适应高度工业化的石油化学环境。自从几百万年前人类首次出现在地球上以来，人体结构尚未有任何变化。在生物学上，我们注定要过狩猎-采集型的生活。经济和社会发展的每一连续阶段仅仅加剧了人体的生理重负并且进一步减少了我们作为人类的生存机会。

疾病大多是由环境引起的。它们是在特定环境中熵的增值情况下由垃圾积累（浪费掉的能量）带来的，这不难理解。我们的生存要靠从环境中摄取可用能源。当我们周围的环境被垃圾堵塞时，可用能量流动就会停止并且把我们推近平衡状态。

每一能源环境都有独特的消耗能量的形式。根据能流渠道分布情况，社会各方面不同程度地消费掉了的能源（或垃圾）内在化了。在整个人类历史上，多数严重的疾病确实发生在各种能源环境里，某些疾病的发病率之所以比其它疾病高，有三个相关因素：文明能源基础的特定类型，社会能流渠道的分布情况和熵过程本身的发展阶段。

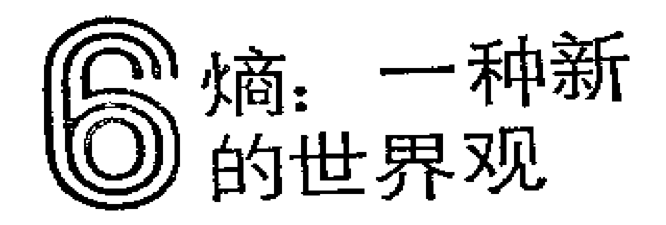
那种认为遗传比环境更易滋长某些疾病的观点未免颠倒黑白。雷内·杜博斯的《适应中的人》是该课题的一部创新之作。他在书中指出，有些基因型对某种环境疾病的抵抗较弱，因此，较有可能受到传染。然而，决定某种瘟疫可能性的，依然是能源基础和熵状态的根本性质以及能流渠道的分布情况。例如，传染病在狩猎-采集型的环境里鲜为人知。那里的社会十分小，流动性极强，而且过着野外生活。

在农业环境里，定居人口、家畜、小啮齿动物等等之间有

着密切的生活联系，微生物媒介便成了疾病的主要根源。由于农田扩大、滥伐树林、土壤侵蚀，使能量环境更加陷于涸竭，自然栖息地也日益受到侵扰，某些微生物媒介便乘虚而入。已发生的各种传染病是能流渠道引起种种不平衡的结果。

在工业发达环境里，疾病的主要原因来自非再生能源和其地产生出的耗费掉的能源。如前所述，越来越多的人患有癌症、心脏病和其它慢性病。退化疾病发病率提高同非再生能源基地有着直接联系。这些疾病的蔓延又同环境中的熵值增加有直接联系。最后，这些疾病的发病率也根据各人口群体在能流渠道上的分布不同而不同，也即他们的工种，他们补偿到的能量（收入），他们的居住地和他们的生活方式。

我们高能流通的非再生能源制造出了无用垃圾，这些垃圾不断地沿着社会能流渠道积累起来以后，便会引起大量各种身体失调的现象，全体居民将不得不返回低能量流通的可再生能源基础，否则，他们就要面临疾病和死亡蔓延的危险。



6 熵：一种新的世界观

6.1 迎接新的经济理论

机械论世界观以持久的物质增长为出发点，而熵的世界观则以保存有限资源为思想基础，实现前者到后者的过渡并非易事，但是，切勿对因循守旧的后果产生错误认识。1979年，美国各地加油站前枪声不绝，几个人为了1、2加仑的汽油而赔上了性命。未来时世还要艰难。我们正在耗尽非再生能源，如我们认识不到这一点并不肯作出大幅度的必要调整，美国街道上就会出现更多的流血事件。日益恶化的能源危机也有可能驱使美国武装干涉中东，引起一场全面核对抗和星球毁灭。1979年，美国陆军宣布："为了应付波斯湾危机，正计划建立一支11万人的新型'快速打击'部队。"

这些话不是随便说说的。在美国历史上，我们生活还从来未遇到过如此严重的威胁。如果非再生能源的流动慢到使美国经济机器戛然而止的地步，人们便会吵吵嚷嚷地呼吁立即采取行动。其时，就不会再有什么自由派、保守派与鹰派、

鸽派可言了。只有几百万绝望的人们在拚死争取救济。这一天并不遥远，每时每刻都可能到来。

要避免恐慌和流血绝非易事——这可能是有史以来任何文明社会遇到的最棘手的问题。从狩猎-采集型生活方式到农业生活方式的过渡需要几千年。农业生活方式发展到工业生活方式需要几百年。这两者都有足够的时间使世界观发生适应新经济形势的必要转变。今天，我们正被迫从以非再生能源为基础的工业时代，过渡到一个新型的、尚待下定义的、重新以可再生能源为基础的时代。而且，我们必须在我们这一代完成这项任务。为了这个过渡，人们必须在一夜间转变他们的世界观。我们无暇敷衍塞责、讨价还价，或是暂时推诿责任。成功需要决心——狂热的战斗精神。

太阳能鼓吹者们宣扬，如果以太阳能取代非再生能源基础，我们便将受益匪浅。这种观点给人的印象是，我们用不着为完成这全部过渡而变革我们的生活方式。事实并非如此。不同的能源环境有不同的技术和组织。太阳能时代的变换器装置将完全不同于我们矿物燃料时代的变换器装置。

我们必须懂得，工业时代的变换器是根据我们赖以维生的非再生能源基础的要求而建立起来的，而工业时代不过是这些变换器的代名词而已。虽然有社会主义能流渠道与资本主义能流渠道之分，但所有工业化国家的经济都依赖于非再生能源基础；多亏有了它的恩泽，工业化国家才得以生存。所以，非再生能源时代的结束，注定工业时代也要结束。当非再生能源贮存告罄，以其为基础的全部经济上层结构便将开始分崩瓦解。上层结构的各处正在出现裂痕，但是，无论我们如何努力，所剩的非再生能源仍然难以胜任修补工作。地球上每

个人最终都得正视这个严峻的事实。

从长远看，就象我们的时代不同于中世纪一样，未来的太阳能时代也将不同于我们的工业时代。从眼前看，如果我们要成功地从这个时代过渡到下个时代，有几个基本过渡步骤是至关紧要的。

6.2 第三世界的发展

人们普遍认为，工业经济越发达，世界其它地方受惠就越多。这种观点的理论根据是，我们越快地将自然资源转化成经济产品，世人便可更多地分享到我们创造的永久价值和财富。既然把这当做国际经济发展的中心原则，那么，把技术进步视做创造更多"永久"财富的基础便不足为奇了。然而，热力学定律提出了一个截然不同的参照系。其实，工业化国家越快地把自然资源转化成经济产品，其它国家和后代从自然宝库中得到的就越少。技术进步至多能加速资源的转化，使自然贮存涸竭，而且，在这过程中，制造出了更多的垃圾和更大的混乱。

我们既要深刻认识到这种现实，还要看到，尚未开发的现有非再生能源的大部分还在第三世界贫穷国家的手中。如果他们的国家想和工业化国家达成更公平的财富再分配交易，那么，这些资源就是他们唯一的王牌。中东产油国已在有效地使用这种力量。他们的卡特尔组织控制了谈判和石油出口，其它第三世界国家在处理别的非再生资源时，也仿效他们的做法。为了管理矾土、铜、铁、铬和铅等资源，各种卡特尔组

织已经出现。《幸福》杂志指出："如果原料出口国的努力成功，那么，发达国家能持续提高生活水平的日子就不多了。"对于我们那些几十年来就靠第三世界的巨量能源、资源供应过活的人来说，卡特尔组织对我们的经济体系施加压力的行径确实令人发指。1979年夏天流行一首电吉他伴奏的仿西部乡村歌曲。歌词表达了许多美国人对石油输出国组织提高油价感到的失望情绪："不给原油，就不给粮食。"也就是说，如果第三世界国家不卖给我们石油，我们就不为世界粮荒出口粮食。我们的这种侵略主义态度不仅在道德、政治上立不住脚，而且还危及了我们的实际生存。出路得由我们选择。我们要么接受第三世界国家提出的新条件，大幅度削减能量流通和物质消费，要么搞武装干涉，夺取我们所需的资源。对于后一个选择，苏联和其它世界强国是不会袖手旁观的。难道我们真会因舍不得他国的廉价能源而甘愿发动侵略，并在第三次世界大战中迅速地用核武器毁掉我们的星球？

我们中的多数人根本不了解第三世界的现实情况。当我们大谈南半球的贫穷、饥饿、人口过剩等不幸情景时，我们实际上并不知道半个多地球上的悲惨生活。有整整8亿人口正在勉强度日，他们靠200美元以下的年收入过着世界银行称之为"极端贫困"的生活。第三世界每年有1,500万至2,000万的人口直接死于营养不良，其中，有四分之三是儿童。目前每分钟世界上就有28人死于饥饿。世界人口的80%——多数生活在乡村里——享受不到医疗保健。

对于这种令人难以置信的不人道现象，我们美国人摇首表示悲哀。然而，很明显，只要我们美国继续每年消费掉世界资源的三分之一，第三世界就不能过上稍稍象样的生活。能

源卡特尔组织是作为对付我们富国的经济武器而建立起来的。那些对此感到愤愤不平的人最好问问自己，如果他们生活在第三世界里，他们又会怎么做。如果哪个第三世界领袖允许工业化国家继续掠夺他们的自然资源，那这个人必定是个大傻瓜。

对于第三世界人民来说，无论是有关限制时代的讨论，还是对物质需求的控制以及无增长经济政策的制订，诸如此类都不过是工业化国家为保持穷国在国际上的附庸地位而作出的姿态。在刚刚开始自己工业生产的第三世界国家眼里，富国关注生态环境不过就是美国之流的国家想用阻挡穷国经济发展的办法来保住他们的财产。在世界教会理事会召开的1979年度"信仰、科学和前途"大会上，C.T.库里恩提交了一份报告。当他谈到第三世界对"限制增长"理论的看法时，他说出很多人的心里话：

> 世界人口中少数富裕者煽起了一场关于世界有限资源的歇斯底里，他们呼吁为后代树立起自然资源保护论者的道德观；还是这些人，他们一起阻挡那些与富裕无缘的人过上哪怕是勉强过得过去的生活。人们无须具备神学家的眼光就可识穿他们的真正目的。

库里恩的话很深刻。就在我们对世界资源贪得无厌、随意挥霍的时候，世界其它地方的人们却是吃了上顿没下顿。所以，我们无权开导其他民族如何发展它们的经济。如果我们真要致力于防止我们的星球变成一个巨大的工业排污道，

我们就必须自愿地从现在开始大幅度地限制我们的财富。我们必须表示，我们愿为人类作出重大牺牲。

然而，我们也要指出，任何第三世界国家都不应奢望达到近几十年来美国的物质丰富水平。即使我们完全地重新分配了世界资源，西方化发展在客观上也是不可能的，所以，第三世界国家到头来只会因热衷西方化发展而受骗上当。经济学家赫尔曼·戴利指出：

> 为了使占世界人口6%的美国居民维持他们使人羡慕的消费水平，就需要耗费大约三分之一的世界矿物资源年产量。假定世界80%的人口一无所有，目前的能流量便至多可使18%的世界人口享受到美国的消费水平。但是，如果没有80%的穷人的劳动，18%的"富人"也难以再富下去。为了使80%的穷人们维持最低的生活水平，我们必须动用相当部分的世界资源。因此，18%的数字也是过高的估计。

所以，世界其它地区不可能象美国那样发展。如我们所看到的，极度的资源贫乏事实上使美国都保不住现有的能量流动水平了。当然，所有这些并不是在否定第三世界发展经济的极端必要性。问题是，穷国的发展究竟应走哪条路？

很不幸，许多第三世界国家正在利用新发现的财富走上美国等所谓发达国家的经济工业化老路。由于熵过程加快接近分界线，这些国家的经济政策失误只会把自己国家和整个星球引向灾难。首先，当世界濒临非再生能源涸竭的时候，如

果还以非再生能源的高能流动为基础来发展经济基础结构，那是很愚蠢的。到 2000 年，巴西、尼日利亚等第三世界国家将建立起它们的大规模工业基础结构，那时，它们还会发现，它们已无足够的非再生能源来维持经济机器的运转了。

当第三世界进行西方化发展时，其结果往往是"即刻出现不发达"。也就是说，这些国家里的广大群众比西方化发展前更加贫穷。这里的主要原因是西方工业主义偏重城市，忽视乡村；偏重高度集中、能源、资本集约型的生产，忽视人类劳动。在为工业化奋斗的同时，这些国家里的就业机会却因生产自动化而实际减少了。同时，大肆吹嘘的"绿色革命"推动了农业机械化的发展，迫使农民离开土地。这是因为机械化农业需要在耕作过程中输入昂贵的能量。所以，小农户便被排挤出市场。流离失所的农民只得涌入城市寻找工作。这种现象在整个第三世界里比比皆是。据估计，到 2000 年，第三世界里涌入城市地区定居的人口将比 1975 年多出 10 倍。强迫性城市化越猛烈，人们就越贫困。而且，由于仿效美国的世界农业越来越依赖非再生能源，世界粮食形势也日趋紧张。如果整个世界都采用了美国的农业方式，那么，80% 以上的转化了的能量都要用在农业生产上，我们将在 10 年内耗尽所有的石油化学产品。

高能工业的发展也对传统生活方式造成了其它破坏。据说，上个世纪的八十年代里，沙特阿拉伯的某个酋长在荒漠上发现石油喷涌而出。他派人填平了油洞，并不准任何人声张此事。为什么？因为他害怕前来装油的西方人会既带来技术，又带来叛逆。酋长的动机固然值得考虑，但他的担心却不无道理。高能技术出口到第三世界时，也带去了某种意识形

态。然而，第三世界的领袖们还在天真地憧憬，他们既可以取得美国这样国家的财富和技术，也可将那些毁灭传统文化的现代技术价值观念拒之门外。

很清楚，第三世界国家应当寻求不同于工业化西方的发展模式。高能、集中化的技术应让位于中等技术。那种劳动密集型的技术可用于乡村，因此毋需人们从农村社会集体迁徙到肮脏、拥挤的城市里。农业将是第三世界的社会基础。由于现行的发展模式，阿拉伯国家所需口粮的50%依靠进口。到2000年，它们要进口75%的口粮。对于这些国家以及其它发展中国家来说，合理的发展策略应是以重建劳动密集型的农业基础为中心，为社会提供维持自身的食物来源。

第三世界已有几个恰当的发展模式。毛泽东逝世之前，中华人民共和国的做法是保持社会的农村基地，注重劳动密集型的生产。中国不是一个富裕社会，但是，失业和无家可归的人为数极少。我们也应更加注意到甘地模式。在甘地领导的反对殖民主义运动中，手摇纺车成为斗争的象征。这种简单而实用的机械使生活在印度最贫穷、最偏僻的乡村里的人都能自谋温饱。甘地经济学偏重乡村，忽视城市；偏重农业，忽视工业；偏重小型机械，忽视高技术。只有全面地安排经济发展的轻重缓急，第三世界才能成功地发展。但是，我们得重申一次，美国等高能流国家必须乐于作出牺牲。

6.3 国内财富再分配

如果我们应付所有非再生能源越来越高的价格，我们就要持续紧缩美国的经济。在美国历史上，我们还是第一次遇到这个政治和经济的根本问题——财富再分配。过去，这个问题总是排在我国议事日程的末端。只要经济还在继续扩展，我们就有足够的边际收益（或叫残羹冷菜）用来安抚、收买那些位于经济金字塔底层的人们。由于经济正在紧缩，要求重新分配剩余能源的呼声将来自四方：除穷人外，工人阶级和中层阶级也有可能加入要求重新分配财富和权力的浪潮。

今天，占美国人口五分之一的上层阶层消费掉了40%以上的国民收入。这个阶层也控制了组织机器——国家能源渠道。这个阶层同穷人的搏斗将会更加激烈。这两个集团谁能争取到庞大的中等收入阶层，谁就能决定胜负。

美国经济收缩已经开始。1979年9月6日，美国财政部部长告诫说，美国必须经历"一段紧缩时期"。他指出，穷人、老人和那些只有固定收入的人将特别感受到紧缩的负担。虽然这位部长说，我们能用转移资金的方法来减轻上述人们的负担，但切实可行的方案却只有一个：我们社会必须大规模地重新分配财富和权力。不搞再分配，美国的穷人和工人阶级就会象第三世界国家驳斥富国的限制主义那样，义正词严地抨击任何有关紧缩的舆论和作出经济牺牲的主张。

在自然界，由于生态系统某部分的增殖发展，它与其它各部分之间的原有活动关系便失去了协调，这时该部分便会掠

夺其它形式的生命赖以生存的负熵(可用能源)。这样，它也威胁到整个系统的继续存在。人类社会也是如此。当某些人或组织夺得了过多的社会能源时，他们就通过积聚财富和权力而剥夺了其他社会成员赖以生存的可用能源。历史告诉我们，每当社会能源(财富)集中在一些人或组织手中时，社会其他成员的生存便因能源丧失而受到威胁。社会要么土崩瓦解，要么就向革命发展，或者两者同时发生。自然界恢复平衡要靠生物规律作自我调节；而社会要达到同样目的，则必须依靠协商达成公平的经济原则。

为了将熵过程减慢到更适应其性质的速度，我们就要尽量减少能量流通，并且，在所有社会成员中，更加公平地重新分配已减少了的能量。如果我们不能同时完成这两项工作，社会秩序在向新能源基础的过渡中就难免遭到破坏。

如果我们不从根本上重新分配财富，那么，我们的有关降低能量流动，注意星球生物限制的讨论就只会帮助富人把穷人永远地固定在附庸的地位上。那些时髦的上层生态学家拥有自己的热水浴缸，价值400万美元的私邸，专门设计的服装和"奔驰"轿车。他们最好能认识到，在为新鲜空气呼吁时，他们必须采取某些有意义的行动，但这只能导致重新分配他们的不受保证的经济财富。如果他们不愿主动作这样的经济调整，那么，其他人便会代劳。

6.4 太阳能时代的新型基础结构

我们大家都听说过这样一句老话："天下事，难两全。"但大多数人不信这个道理。我们的社会在为太阳能的优点欢欣鼓舞时，情形就是如此。毫无疑问，太阳能动力要比其它任何能量形式都优越。而且，经济现实情况也确保世界将不可避免地向太阳能时代发展。然而，只有为数极少的人分析过这种能源基础变化的深远意义。许多人似乎认为太阳能时代除比较清洁以外，和我们的时代大同小异，有了电动汽车，也就没有了烟雾。城市的运转将依靠太阳能收集器，住宅取暖和降温可用上廉价的太阳动力。生物垃圾工厂将把固体垃圾转化成酒精汽油*燃料。奇形怪状的风车将点缀田野，把我们带回到更加宁静的昔日；无污染的工业机器也在运转，无声无息地为我们的生活提供消费商品。在太阳能时代，人们好象是能够两全其美了。

事实却远非如此。向太阳时代过渡的时期里，我们必须在美国社会的各级重新组织经济活动。一旦扩散能源（太阳能）将取代集中贮存（矿物燃料），成为社会的能源基础。我们会清楚地发现，现行工业体系完全不适应太阳能时代的要求。

毫不夸张地说，高度集中的非再生能源造就了今日的经济。为了维护现存组织的上层建筑，我们不得不继续依靠系统内的高度集中的能量流通。然而，由于太阳能比不上非再

* 酒精汽油(gasohol)，一种燃料，含10%酒精和9%汽油。——译者

生能源那样高度集中，所以它不能适应高度集中化的工业生活方式。

太阳能的利用有各种不同的技术方式，太阳能发电站、光电池、风力、生物量转化，还有从复杂的高技术系统到古老的反射装置的许多收集能量的方法。但是，方法虽多，都以开发散射能流为基础，而不是集中贮存能源。太阳能作为一种能流具有明显优点，它干净，充足，而且用之不尽，取之不竭（直到几十亿年后太阳自行烧毁）。同时，它也有一些天生的短处，至少在维持我们现代社会生存方式时是如此。

由于太阳幅射是散射型的，要作功就必须把它聚集起来。热力学定律告诉我们，只有在两地出现温差时，太阳能才能作功。而且，由于在任何地理区域内的每一平方英里土地上，太阳能的照射量实际上是相等的，因此，就必须将太阳能流聚集起来。如果需要电力，我们就必须把蓄积状态的太阳能转化成另一种状态。从能流性质上看，这种规模的太阳能技术运用于小单位是最为经济的，它可为单家住宅提供足够的暖气和热水。多数太阳能鼓吹者认为，在目前技术条件下，乃至最近的将来，现有私人住宅在换用太阳能后只能满足其生活能量需求的60%。尽管可以建造效率更高的太阳能住宅，但换用太阳能的过程将是缓慢的。美国已为2000年建造了75%的建筑物。

从工业和城市的高度上看，太阳能丝毫无助于当代社会所必需的复杂的技术机构。例如，有人估计，为了保持我们现在的工业上层建筑，美国土地总面积的10%到20%将被形形色色的太阳能收集器盖满。还有人估计，曼哈顿一日消耗的能量要比一部效率为百分之百的能聚集全城太阳能流的收集

器产生的能量高出6倍多。为了利用各种太阳能技术为纽约城提供动力，就要开辟一块比该城大许多倍的区域放置太阳能收集器。尽管纽约在能量消费上是个例外，但其它主要城市地区还是会在太阳能时代受到类似的束缚。

我们为维持现代社会而建立的太阳能基础结构，其外表就叫人目瞪口呆了。它的建造和维持也将耗费大量的时间和劳动。例如，为300万住房装备太阳能收集器就需要一支20万劳动大军生产、安装8亿平方英尺的太阳能收集器，此外还要花费200亿美元的资金。为某个大城市建造太阳能基地则需要几百万工人。舒马赫讽刺道："人们用太阳能可使一家子感到暖洋洋的，但洛克菲勒中心则不行。其实，太阳能加风力发电连电梯都带不动。而且，如果没有电梯，洛克菲勒中心的大部分设施都用不成：谁能爬上30、50层高楼？"舒玛赫论证说，大规模生产和城市生活不适应太阳能时代。作家、生态学家兼无政府主义者默里·布克钦同意他的观点。他争论说，太阳能加风力发电"不能为人口密集和高度集中化的工业提供大量的原材料和能量……太阳能装置……只能生产数量较少的动力"。生态学家威廉·奥法尔斯赞同道："很清楚，如果完全依靠太阳能，我们就得朝着节省和分散化的目标对技术和经济作出重大的变更。"

如从热力学具体情况看，上述观点似乎是合乎常识的。但是，对某些人来说，这些都是异端邪说。比如，许多太阳能鼓吹者声称，节省、紧缩与以太阳能为动力的将来无缘。他们说，我们所需的能源在未来时代里都可得到。他们论点的谬误之处在于：他们从内心里迷信太阳能可自己作功，而且，由于太阳能无污染，可以再生，所以能流渠道上的太阳能越多越

好。

尽管事实截然相反，但为了辩论，我们还是姑且假定可以发现新的收集技术。这些超过现有能力（或工程设计能力）的收集技术可使我们极有效地聚集起太阳能辐射能流。如果这种高效率的回收过程可能的话，我们就可以利用太阳能流承担起一个城市化的工业技术社会。但是，其结果如何？无非便是这样：由于太阳能被用来把越来越多的有限的地球能源（物质）转化进生产过程中，并使能源从有用状态转化成无用状态，我们便将继续看到地球上的熵的指数增长。这样，不仅是社会所用能量的形式很重要，能量的数量也是很重要的。如果太阳能为工业利用而且以高度集聚形式流动，我们便将重新经历目前高能利用所引起的经济、社会混乱现象。这是因为，太阳能利用不能脱离它与之互相影响，并使之转化的固定的地球物质贮存。在生产和工业过程中，太阳能总要和其它地球资源结合后才能生产出某个产品。这种转化过程常常导致地球固定资源贮存进一步耗散。

现有很多人建议尽量转化剩余的非再生能量流动，建造公共机构与机械变换器的新基础，让变换器收集、贮存、加工和引导太阳能。虽然其中有很多建议不乏真知灼见，但有一点还是要澄清，就是这种基础结构只是暂时的，就好比旅途上一家小客店一样，它只能缓和过渡时期的压力。太阳基础结构来自非再生资源，又依靠非再生资源；从长远上看，我们负担不起一个可维持高度工业化经济的太阳能基础结构。非再生资源将是供不应求的。

环境保护专家霍华德·奥德姆在研究太阳能潜力时，提出了“净得能量”的概念。净得能量指某种技术生产出的能量

与回收过程中投入的能量的差。奥德姆论证说："太阳能可以食物、纤维和电力的形式产生一些净得的集聚能量，但是，为了收集和聚集能量，就必须维持和操作各种结构，而这些结构则耗费了大部分所得的太阳能，因而单位面积上的产量还是很少的。"

奥德姆旗帜鲜明地赞成利用太阳能，而对煤、铀和石油的态度则极为冷淡。但我们也必须注意到他的另一番话：为了制造出上千万所需的太阳能装置，太阳能技术将耗费大量的非再生能源和原料资源。从根本上讲，社会需要建造一个全新的能量基础结构。尽管太阳能技术不象炼油厂和合成燃料工厂那样非经大量投资不可，但它对本来就贫乏的能源的需求量依然大得惊人。例如，为250万个家庭提供60%的太阳能功效，就要耗费美国铜产量的整整三分之一。如果美国电力的一半来自太阳电池——目前效率最高的光电转换装置——那么，每年建造这种装置所需的白金将超过世界白金年产量。为了建立大规模的太阳能基础结构，还需要其它大量非再生资源。其中包括镉、硅、锗、硒、镓、砷和硫等，还有巨量的玻璃、塑料、橡胶，大量的乙稀乙二醇、液态金属和氟里昂。有关人士指出："如果我们固定使用硫化镉电池作光电转换……那么，1978年世界镉储量只够生产相当18万兆瓦装机容量的电力，仅为世界去年装机总量的10%。"

1978年12月的《大西洋经济杂志》载有尼古拉·乔治斯库-罗伊根的一篇文章。他指出了目前太阳能利用方法上存在的一个明显缺点：

事实上，目前任何直接利用太阳能的可行方法，

都可以说是以矿物燃料为基础的现代技术的"寄生虫"。制造任何必要设备(包括收集器)都得使用其它能源,而不是太阳能。不言而喻,如同所有"寄生虫"一样,任何以现行方法为基础的太阳能技术必定要和"寄主"共存亡……由于太阳对地面辐射程度极其微弱,所以,为了收集就必须用材料搭起巨大的台架……由于我们无法控制太阳辐射这个宇宙恒量,我们就很可能克服不了上述困难。

我们的未来是太阳能的未来,对此无人怀疑。问题在于,我们是继续旧的思想习惯,枉费心机地企图建立一个加速地球衰落的高技术耗费大量能源的太阳能基础。还是建立一个在其形成和使用过程的每一阶段都使能源、资源流动降到最低限度的能源基础。

毫不奇怪,这种高技术,耗费大量能源的模式受到了大实业公司的青睐。9 家大光电池厂中有 8 家属大公司所有。这些公司中有 5 家是石油大公司。据"太阳能院外活动集团"成员理查德·芒森的意见,"爱克森"公司和"阿科"公司两家不久将控制该项生产的一半以上。其它太阳能技术也落入了大实业公司的手中。比如, 25 家主要太阳能公司中有 12 家受到了年销售量超过 10 亿美元的巨头公司的控制。其中有:通用电器公司,通用汽车公司,阿尔考公司和格鲁门公司。很清楚,这些公司旨在使太阳能尽量朝高技术和集中化的方向发展。

"大即美"的太阳能发展战略已离开设计室,付诸实施。例如,那些宇航工业公司正在四处游说,诱使政府资助建造比曼

哈顿岛还大的太阳能卫星："太阳卫星"。在加利福尼亚的巴斯托地区，麦克唐纳-道格拉斯公司在联邦政府的巨额资助下，即将完成一项"发电塔"的建造工程。该工程耗资13,000万美元，由2,200面巨大的反射镜组成。这些反射镜能将太阳光聚集到500英尺混凝土高塔上的锅炉上。很明显，这些太阳能技术规划的制定受到了矿物燃料指导思想的影响，也即它们试图尽量聚集起散射的太阳能流，并将其转化成集中的能源贮存，这正如煤和石油的形成一样。然而，与其说这种尝试会带来任何价值，倒不如说它会带来更严重的混乱。建造巨型太阳能卫星的部件需要耗费非再生资源，卫星发射和空间组装也需要耗费非再生资源，这两者一次耗费的能量足够"太阳卫星"生产好多年。将高度聚集的太阳光送回到地球上的收集器，这将引起微波辐射污染，危及任何在收集器旁工作或生活的人们。由于微波危害，美国某些地方可能将不宜于人类居住。一旦在中心点收集到电力，就必须象电流一样通过输送线。为了建造这部分基础结构，我们就得使用更大数量的非再生资源。"发电塔"也遇到了类似问题。太阳光的收集越是集中，净得能量就越小。

即使对较小规模来说，也要作出一些重要的选择。例如，为家庭提供太阳能，我们既可使用低技术，也可使用高技术。我们使用的技术越高级，净得能量就越少。这是因为，建立和维持收集能量基础结构需要较多的非再生资源。比如，在高技术(或积极型)家庭，首先，非再生资源制造的收集器将太阳光聚集起来，然后，太阳能贮存在用非再生资源制造的容器内的空气或水中，最后太阳能在鼓风机或泵的推动下，作出应作的功。在另外一种高技术系统里，光电设备聚集能源后，又将

它贮存在电池里面。这里，非再生材料又构成了技术的基础。尽管与太阳能卫星和发电塔相比较，这些系统的技术的耗能明显较少，但是，积极型小型家庭最终还是要依赖铜、白金和其它日益减少的矿产品。有了这些矿产品，我们才得以制造出太阳能利用设备。

消极型家用太阳能系统不如前者那样以非再生能源技术为基础，而且，同矿物燃料时代之前第一次太阳能时代的生活经历有更多的共同之处。在消极型系统里，建筑设计和建造使房屋做到冬暖夏凉。最近，建筑设计师们提出了许多切实可行的消极型太阳能房屋模型，然而，人类学家们指出，几百年前，甚至几千年前，只能依靠太阳能的人们就为自己找到了切实可行的住房系统。

太阳能时代将使人们更加服从古代的生活节奏，依靠极其有限的非再生能源剩余贮存的小型、合适的技术只能用在节骨眼上，转化则重又将象在工业时代前任何一个历史阶段一样，大部分靠人力和畜力。

深信牛顿世界观和工业时代的人们一定会怀疑，这些有关太阳能技术的观点是否过于悲观了。很多人会想不通，都市生活、工业生产和所有构成所谓美国梦的物质享受竟会是太阳能时代的冤家对头。然而，乔治斯库-罗伊根、戴利、奥德姆、布克钦、奥法尔斯等生态学家和经济学家告诫说，为了保持幻觉而置面前历史现实于不顾，这是极度的疯狂，而且会把人类引向更大的，也许是不可挽回的衰落。无论我们走哪条路，将来的过渡时期一定会伴随着痛苦和牺牲。但我们别无选择。其实，如果我们现在就深思熟虑地，有条不紊地，而不是今后才惊恐万状地完成从现存能源基础到新能源基础的过渡，我

们就能把痛苦减少到最低程度。我们正在很快地接近矿物燃料能源环境的极限。如果我们坐以待毙，我们就会发现，我们根本没有剩余能源可用来渡过难关。

6.5　熵社会里的价值观念和制度

在高熵社会里，人生的首要目的便是利用高能流创造物质财富并满足人们的各种欲望。如此，人类解放就等于聚敛财富。人们尤其注重转化环境，从中获得财富。

高熵与实利主义的价值体系把上帝从社会中驱逐出去后，试图建立一个人间的天堂。这样做，我们就把人当作了宇宙的中心。而且，我们把生存的根本目的解释成满足所有可能的物质需求，而不管这种需求多么无意义。我们已将"现实"变成可量度的、可用数量规定的和检验的"现实"。我们不接受定性的、灵魂上的和形而上学的现实。我们走进了到处渗透的二元论——我们的思想脱离了我们的肉体，我们的肉体与"周围"世界断绝了关系。在各种价值观念中，我们特别赞美物质进步、效率和专门化等观念。在我们的进程中，我们已摧毁了家庭、社会和传统。除了绝对相信自己有克服限制体力活动的能力外，我们放弃了所有的绝对观念。

现在，我们的世界观和社会传统正在经历一场作茧自缚的痛苦。极目四望，世界的熵已增大到惊人的程度。在日趋复杂的混乱中，我们挣扎着保全自己。我们天天都感受到生物学家早就知道的真理：生物体不能在自己的污物环境中长久生存。

毫无疑问，我们势必要进行一场大规模的制度改革。适合最大能流的社会结构已不能再维持下去了。我们的制度及其形式、目的和运转方式都将发生急剧的转变。但是，在我们概括出低熵社会里农业、工业和商业的性质之前，我们必须回顾一下那些指明我们生活的意义和方向的首要原则和基本价值观念。

1977年，E.F.舒马赫在美国讲学时指出：我们时代的当务之急是，将来仍然是重兴形而上学理论。这项崇高的工作将使我们澄清对下面问题的根深蒂固的认识：人是什么？他从何处来？人生的目的是什么？这些是关于人类生存的大问题，几千年来一直吸引着人们。今天，在我们"早九晚五"*的生活里，这些问题早已被人冷落，而且，由于它们不符合牛顿世界观为世界作的巧妙、统一的解释，而被视作是"近代科学出现之前"的事情。然而，往日的大问题注定要在向我们招手的将来的低熵的世界里卷土重来。人类在低熵能源环境中有着迥然不同的人生追求。低熵世界观的主导道德原则是将能流降低到最低限度。人们认识到，占有多余物质财富便不可弥补地减少了世界宝贵资源。在低熵社会里，"少花即多得"不再是一个无价值的术语，相反，它变成了至高无上的真理。低熵社会贬低物质消费的重要性。节约成了警世名言。人类的需求将得到满足，但也不会象美国各商场那样去迎合顾客的荒诞不经、放浪形骸的欲望。

体现在世界各大宗教中的前人智慧早就教导我们，人生的最终目的不是满足一切物欲，而是达到同宇宙的超自然统

---

* 美国白领阶层工作时间，上午9时上班，下午5时下班。——译者

一体合而为一的解脱的体验。人生的目的是寻找"解放我们的真理",认识我们的本质，与把生活的一切生灵联系在一起的绝对原则取得一致；还有，了解上帝。梵语的表达更为简炼：Tat Tvam asi（那就是你）。在生存中理解这个道理，以这种超俗的实在指导我们的生活——这就是因信奉传统智慧而产生的人类发展。

过去的宗教大师们一致反对非份的消费、占有和对物质的普遍迷恋：

> 需求的培养和扩大有悖于智慧，也和自由与安宁背道而驰。任何需求增长都会使一个人更加依靠他所不能控制的外部力量，因此，就加剧了生存恐惧。只有减少需求，人们才能真正减少那些最终会引起纠纷和战争的紧张。

所有传统智慧都再三强调这一点。早期基督教神秘主义者迈斯特·埃克哈特写道："我们拥有的越多，我们赢得的就越少。"人们历来把苏非派*宗教大师描绘成一个"既不占有也不被占有"的人。圣雄甘地认为："文明的精髓不在于需求的增长，而在于有目的地、自觉自愿地放弃它们。"

这些宗教大师并非在提倡强迫性的赤贫，了解这一点是非常重要的。实际上，所有传统智慧都主张，为了使所有人过上象样的生活而重新分配财富，无论是道德上还是精神上都是必要的。但是，他们提倡的是克制、朴素、自甘清贫和限制。

---

* 苏非派：十至十一世纪伊斯兰教中出现的一种神秘主义和禁欲主义的派别。——译者

因为，如果我们的目的是通过对神的领悟而超越纯物质，那么，占有和消费便会使我们盯住那些瞬息万变的东西和不断减少的世界能源，从而搞乱我们的生活。在多数情况下，我们占有的东西变成占有了我们。我们成了附属品。我们担心所占有的东西会被夺走。我们只根据占有物的多少而不是从本质上来作出判断。《薄伽梵歌》*中说得好："向往感性东西，人就变得迷恋；由迷恋又生出了渴望；渴望中又生出了愤恨；愤恨又造成了幻觉；幻觉引起记忆力丧失；记忆力丧失后，辨别力就毁掉了；辨别力毁掉后，人就该寿终正寝了。"或者，用时新的话说：假使你没有汽车，你就不用为子午线轮胎、加油站的长队、交通堵塞和偷车贼而操心。

在低熵社会里，人应过节约或斯巴达式的生活，由于消费不再被看作人类生存的目的，它恢复了最初的生物职能。在新时代，为维持健康和体面生活而进行的生产和消费是越少越好。

高熵文化和低熵文化在对待劳动和生产方面的态度也各不相同。在高能环境里，人类劳动缺少真正实在的价值。这个系统的宗旨是，通过消除人类劳动和实现生产过程各环节自动化而增加能量流动。生产率提高和经济增长成为经济的唯一目的。在那种缺人不可的商品和劳务生产中，科学管理和生产方法标准化被用来磨灭人的创造性和决策能力。劳动，特别是体力劳动，被视为有失身份，应尽力逃避的事情。我们的社会到处是"节约劳动力"的设备，使人们难于插手任何劳动。工资级别也反映了我们对劳动的态度，那些胼手胝足的

* 《薄伽梵歌》，古代印度史诗《摩诃婆罗多》的一个片断。以下凡的大神的口吻讲述了一些宗教的和哲学的理论。——译者

体力劳动者总被归在最低一档；那些坐办公室的白领经理人员则高高在上。

照现在风尚，劳动是一件必须的坏事，为了挣得供我们享受的钱，我们不得不挑起这副重担。谁中了彩票头奖，记者便会首先问他："现在你是富人了，你想退活不干吗?"如果发横财的赌徒还要去干活，人们见了准会目瞪口呆。至于生产了多少，那几乎就不值一提。唯一指导原则就是："越多越好"。无人负责决断该生产什么，不该生产什么。只要某产品有销路，就赶紧供货。因此，社会就广泛出现了物质过分丰富现象——微波炉，头发干燥器，污染空气的汽车，还有毒害身体的配方药品。

尽管工业主义把消费视为生产的目的，劳动不过是达到目的的手段。但是，在低熵社会里，劳动成了我们为达到先进思想意识所作的努力的重要组成部分。高熵社会里的劳动还了俗，其分工与衡量度是钟点和产量。由于劳动无脱俗意义而被视为负担。在低熵社会里，人类劳动是帮助我们"了解自己到底为何人"的神圣活动。所以，劳动中存在着固有的实在价值。E.F.舒马赫在他的《佛教经济学》中提出，这种价值具有三重性质："使人得以利用、发展他的才能；在人们共同工作中，克服自我中心倾向；为恰当的生存提供产品和劳务。"

低熵社会里的劳动如同睡眠、思考和游戏一样，被当作生活必需的正当调剂活动。没有劳动，人就不为全人。那种一味"省力"、纵情行乐的人和其他迷于消费、财产的幻想家们一样，理解不了现实的本质。

但是，并非每种劳动都是合适的。首先，劳动需要给予劳动者尊严和目的。"为了使人能利用和发展他的才能"，劳动

必须遵守人道原则，还要有某种组织形式。在实践上，这意味着，劳动使用的技术类型已成为热力学和形而上学的一个重要问题。熵定律告诉我们，机器、工厂等劳动工具越庞大，所需资本就越多，能源耗费也越多，它们的熵就会增大。从形而上学的参照点出发，劳动工具的规模也很重要。工具越大，越集中，人类作用就随之降低，变成生产中的一个因素。比如，在汽车装配线上，由于生产过程以机器为中心，而不是以人为中心，所以，从根本上说，工人必须听从机器"使唤"。人类在生产过程中无足轻重，而且，正因为如此，人类自给自足的能力也就降低了；工人的温饱必须取决于机器。

除技术规模和类型以外，生产组织和决策过程也重新发生作用。我们已经知道，工作场所中人类活动专业仅是高熵经济的产物。科学管理技术、思想与行动、观念和实践之间有计划的分离，都是为了将工人变成无思想的机器人，从而最大限度地提高生产率。这里，我们又看到劳动本身并未受到珍重，受到珍重的只是劳动的产品。

无独有偶，工作场所里的专制结构也剥夺了单个工人和同事们一起参与社团决策、发展个人才干的机会。由于个人不能和大家一道探索个人潜力、创造力，所以他被迫把自己关进一个壳里；在壳里工作时，他既无有意义的权利，更无责任可言。他所有的就是一个工作，一个每天 8 小时挣钱的去处，还有一个他必须服从的、正在变糟的环境。

从管理上说——包括经济管理和政治管理，低熵文化强调"管得最少的政府是最好的政府"这样一个观念。比起寡头统治，人们更喜爱普遍民主。强调经济组织，不论是在工厂还是在社团，每个人应该就影响其生活的事务行使平等的选举

权和发言权。工人管理的自治企业和小型民主治理的城邦国家分别是人们拥戴的经济形式和政治形式。分散化参与民主制也是受宠之物。这并不仅仅是基于道德观或哲学观，而且也因为参与民主制将能量流通降低到最低限度并由此减少了混乱的积累。正如我们一再看到的，高度集中的经济和政治组织只会加速能流和增大社会混乱程度。因此，它们在以可再生资源有限能流为基础的熵文化中，无立足之地。

低熵文化中的私有财产概念仅指消费商品和劳务，不包括土地和其它可再生和非再生资源。由来已久的私人利用“自然”财产的做法，已被公共监护的观念所取代。正统经济观认为，把每个人的自身利益加起来就能为社会谋福利，但这种观点已遭到了怀疑，或者确切地说，遭到了讥讽。个人权利要受到保护，但也不会再被当作判断社会善恶的主要标准。相反，如大多数历史情况下那样，公共义务和责任将重新成为重要的社会动机。

在低熵社会里，把一切现象都看作是相互关联的整体论理解方法取代了我们脱离生态系统活动的现代人类观。低熵文化强调男人和女人是自然的一部分，而不是局外人。自然不是一种可供操纵的工具，而是在全部自然活动中必须得到保存的生命之源。一旦人们理解人类与自然的“一体”关系，那么，就会建立起判别人类活动善恶的道德基础。比如，低熵社会把任何助长毁灭其它物种的经济政策视作亵渎之物。每一物种因其存在而被赋予固有的、不可剥夺的生命权利，所以必须得到保存。由于生态学第一规律告诉我们，“每个事物都和其它事物联系着”，所以，对自然某组成部分的破坏将波及包括人类在内的其它自然组成部分。

在低熵社会里，人类与其它动物以及整个自然和谐相处的思想取代了“征服”自然的观念。如同所有其他形式的生命一样，人类作为个人也是地球上的过客，所以有责任最大限度地保存自然。这样，后代们（包括人类和其它形式的生命）也能在将来享受到生活的甘美。

所有传统的智慧大师无一例外地信奉低熵生活的内在价值观念。佛陀、耶稣、穆罕默德、以色列的先知们和印度大圣们都为这种朴素的、自甘清贫的、公有的生活起到了表率作用。他们对全社会的教导表达了类似的价值观念。在本世纪，圣雄甘地以低熵价值观念系统为基础，发动了一场争取完全解放的运动。

尤其重要的是，低熵世界观也向我们展示出我们面对的客观限制——我们地球资源的限制和我们必须施加在技术利用上的限制。

我们今天站在历史性的熵分界线边缘。在我们从非再生资源时代过渡到太阳能时代的时候，我们经历的将不仅仅是我们使用的类型和数量上的变化。从高熵体系到低熵体系的运动将改变我们的价值、我们的文化、我们的经济和政治组织，还有我们的日常生活。我们已经感受到了这些巨大变化的预兆。尽管目前这些迹象还不完整，有时还自相矛盾，但是，从千百万人的生活方式中，已可见到熵分界线的端倪。比如，斯坦福研究所1976年年度报告估计，约有400万至500万的成年美国人已自愿地大幅度削减收入，而且，这些曾是高熵工业消费经济的积极参与者已退出了原来的位置。我们可以恰如其份地把他们信仰的生活方式称为“自发的朴素”生活方式。这是一种建立在节省消费基础上的低熵生存形式，它

注重个性及内心世界的发展，而鄙夷物质主义；在“自发的朴素”生活方式中，生态环境日益受到重视。据斯坦福研究所的数字，还有800万至1,000万的美国人已部分适应了这种朴素的生活方式。

甚至那些消费主义、工业主义和城市主义思想根深蒂固的人在他们的生活出现熵转变苗头时，也开始作出个人调整。不论是出于无可奈何还是甘心自愿，这些生活方式变化都是树立新世界观的重要步骤。我们可以指出许许多多不起眼的迹象：波士顿、洛杉矶、华盛顿特区和休斯敦等城市中的园艺及街道食品生产已有重要发展；锡拉丘兹、匹兹堡、纽约等无数城市里，农产品市场又重新开放，出现了兴旺景象；几年前还是新玩意儿的木柴火炉现在已是供不应求；由于自行车已变成代替汽车的重要交通工具，自行车的销售量也随之猛涨；着眼于生态环境的建筑公司越来越多，它们设计的住宅几乎不用暖气或空调设备；专事技术更替的公司在全国各地大量涌现；发展中的家庭手工业产品每日在西雅图、芝加哥和费城各个街道角落上都有出售。当然，所有这些不过是新世界秩序之一斑，但是，它们也指出了方向。

有组织的方式也有。美国当前有一种反对原子能，提倡太阳能的运动；还有一个相当分散，然而却是在不断扩大的提倡人类潜力和新时代政治的团体，这两者正在将政治方案和个人生活方式的选择结合起来，以此防备熵分界线的到来。例如，这两个团体在相当程度上已否定了机械论世界观。作家兼活动家马克·萨丁在写到现代科学世界观时，说出了太阳能运动和新时代拥护者们的心声：

> 机械论世界观怂恿我们跟自身和肉体一刀两断；除物质之外，它还割断了我们同现实其它方面的联系；它使我们崇拜机器和技术；它导致了人类标准的抹煞，"技术"不过意味着毁灭而已；它使我们忘记在所有这些"客观"事实具备之后，仍然需要作出道德选择和价值判断；在几乎每一种人类活动中，它都割断了手段与目的之间的联系。

但是，尽管这两个团体否定了盛行一时的机械论世界观，但它们都未能发展起一个指导一切的新型哲学观。直至现在，他们才不过有些零碎的见解。在未来岁月里，太阳能和新时代的拥护者们将逐渐信奉熵定律，并以此为背景来发展他们的新思想。

这两个积极分子运动从很多方面反映了过去10年里美国公众舆论的急剧转变。美国人为高度集中的经济和政治组织运转失灵而感到十分失望；他们对于空有许诺但最终却导致对社会、经济和环境的破坏的技术进步也不信任。美国人的公众舆论越来越和熵世界观互相对应。例如，1977年5月，哈里斯民意测验*有如下结果：公众中，79%的人赞同"教导人们怎样依靠基本必需品生活"，17%的人则偏重"达到更高的生活水平"；76%的多数人赞成"学会从非物质的经历中获取快乐"；17%的人则选择"用更多的商品和劳务满足我们的需求"；59%的人相信，我们应"真正作出努力，根除污染原因"，而不是"随着经济发展找出清理环境的办法"；82%的人愿意

---

* 以创办人哈里斯·刘易斯命名的美国一家民意调查公司。——译者

“改进我们现有的交通方式”，只有11%的人认为我们应“努力走得更远更快”；77%的美国人愿意“花更多时间来增进人类之间的相互了解”；17%的人愿意“通过更高级的技术增强和加快我们人际交往的能力”。最后，近三分之二的公众认为“从工作中寻求内心和个人慰藉”比“提高劳动力生产率”更为重要；“不必轰轰烈烈，要恢复更富有人情味的生活”，比“扩大规模，提高效率更要紧”；我们首先应该“学会欣赏人的价值而不是物质价值”，其次才是“为生产出更多产品而创造更多的就业机会”。

这些令人吃惊的态度反映了今日美国人极端混乱的精神状态。尽管大多数人每天都积极从事高度文化活动，他们的思想却更适应于低熵环境。如将这些信仰从个人价值范围解放出来，融合进我们的社会，那么，我们的社会和经济体系将发生多么大的变化啊！整个体系将从根本上发生变化，牛顿机械模式将成为明日黄花。

然而，过分看重这些迹象也会使人产生误解。过渡到太阳能时代并非一件易事。由于我们的社会是为最大能流造就的，所以，新能源环境的开端将对现存秩序造成巨大的破坏。为了实现过渡，我们必须作出牺牲，付出艰苦劳动。加州大学圣巴巴拉分校中世纪史教授C.W.霍利斯特在写到古代一大帝国时，或许也指出了我们命运的要素。他指出，罗马的衰落“引起了分裂和残暴；但它也给欧洲新的开端提供了机会，使欧洲摆脱了陈规陋习和毫无生气的习俗并从对多数居民来说，象一座窒息人的监狱一样的罗马帝国中解救出来。……罗马之后的西方生活冒险、愚昧、邪恶和不安定，这就是新开端的代价。巨变中难求太平”。

在我们期待新秩序的时候，我们自然很想了解我们的社会将有怎样的更动，我们的生活将有怎样的变化。洛克、培根和亚当·斯密不能预测他们的哲学思想会怎样在300年后的二十世纪美国现代工业社会里开花结果；如同他们一样，我们当然也不能对未来作出具体的描绘。然而，利用熵模式的一般原则，我们已能看到我们面前的巨大社会变革的大致轮廓。

在太阳能时代，农业将被改造成多种有机农业。有机农业不使用化肥和杀虫剂，相反，它依靠自然肥料和害虫天敌。有机农业与化学农业之间的比较研究表明：在每英亩产量大致相同的情况下，有机农业能耗量要少三分之二。有机农场生产出1美元的产值要花6,800 B.T.U.；而普通农场则要花18,400以上的B.T.U.。某项研究发现，使用高度机械化农机和大量化肥、杀虫剂的常规农业平均每英亩要耗费47美元，而有机农场每英亩只花31美元。随着将来几年里能量费用的猛涨，有机农业将在经济上更加可行；有机农业产品更富营养价值并且产生较少的环境污染，这一点是显而易见的。

大规模集中化农业将让位于美国第二次世界大战前曾有过的小规模的地方性的以货易货农业。由于将农产品运到美国各偏远市场的能量成本不久将有很大的提高，所以，地方、区域性农业中将出现一种较经济的替代办法。全国城镇里曾有过的农民市场正在卷土重来。农民和消费者由于在食品加工中不断受到中间人的盘剥，所以，他们也开始进行直接交易。

小规模的劳动密集型农业将迫使人们离开城市，重返田园。这个变迁不是一朝一夕就会发生的，而是一个缓慢、持

久的过程。如果人类生活是为了生存，那么，农业和城市的人口比例最终将会发生逆转。劳动密集型的有机农业完全负担不了那些建立于高能矿物燃料时代的、人口密集的中心城市。如同以往任何一个历史时期，田园生活方式将统治未来的太阳能时代。

尽管城市生活不会消失，但特大城市地区将不再占有支配地位。“大”城市将重新恢复工业时代前5万至10万市民的规模。这不仅仅适合周围环境提供粮食和太阳能的能力；而且，最近几年内无数研究已表明，中心城市的市民增至10万以上后，混乱也以惊人速度增加。正如我们已知道的，大城市不仅管理费用高得出奇，而且，犯罪、精神病、污染及其它混乱现象也有较高的发生率。在太阳能时代，大城市不可取，它简直是吞没宝贵资源的无底洞。

除城市缩小规模之外，交通系统在未来岁月中也将发生巨变。能量成本高涨将使旅行方式发生根本变化，人们将从利用汽车、卡车转而更多地利用公共交通和长途铁路运输。自行车和步行也将逐渐成为人们喜爱的旅行手段。由于交通发生变化，我们的社会和经济生活也将发生急剧改变。远行只占少量娱乐时间，人们将在住宅附近消磨更多的娱乐时间。工作场所将建立在离劳动力不远的范围内。为人口分散地区开设的大型集中化社会综合企业将受到冷遇。街坊中心将淘汰超级市场和其它涌现于汽车时代的公共组织。

在未来的低熵社会中，工业生产和服务行业的规模也将受到大幅度缩减。这是由于必须将大量劳动力转至粮食生产，而且，我们不可能再保持工业服务基础结构所需的高能流动。

我们的现代经济具有三层结构：农业是基础，工业部门建

立在农业之上，服务部门又建立在工业部门之上。每一部门都依靠增加非再生能流而生存。增加了的能流使农业部门中资本密集型过程有可能淘汰劳动密集型过程。它还创造出巨大的经济过剩，并解放大量工人，让他们选择其它就业机会。经济过剩和多余劳动力为工业部门的形成打下了基础。同样，工业部门增加利用非再生能源又类似地引起劳动密集型过程向资本密集型过程转变，并创造出更多的经济过剩，为新就业领域服务部门解放了几百万工人。

根据这三大社会经济部门的"部署"，我们不难为将来经济发展道路作出预测。由于经济能量流通放慢，人们将转移公、私服务部门的资金。由于公用事业是生存最后要素，服务行业就业机会将首先受到损害。服务部门收缩后，失业工人就要寻找工业就业机会。由于能源、资源耗费上涨，工业将改变其历史趋势，从能源-资本密集型生产方式退回到劳动密集型生产方式。这样，工业就能吸收一些因服务部门收缩而过剩的劳动力（同时，不能继续维持机械化农业技术的农业也变得更加劳动密集型，吸收更多的被服务部门逐出的过剩劳动力）。

低熵经济是必需品的经济，而不是奢侈品和鸡毛蒜皮的经济。遵照这一格言，生产应以维持生存必需品为中心内容。为了认识生产的可削减幅度，我们要做的不过就是到市场上去看一看，再问问自己："这些产品中，究竟有多少对维持生命多少有些作用？"任何诚实的鉴定者一定会得出结论，我们经济的多数产品是多余的。

应继续下去的生产必须遵守某些指导方针，适应于低熵模式。首先，生产应分散化，地方化。第二，公司应以工人管

理形式民主化地组织起来。第三，生产应将非再生资源利用降低到最低限度。所有这些都和熵世界观的能源和道德要求保持一致。当然，遵守这些方针必然意味着我们不能生产某些产品。例如，一家几百人的小公司根本造不出一架波音747飞机。因此，在决定低熵社会应生产什么时，我们必须接受一种新的道德观作为检验标准：如果某地方的人不能用现有的资源和技术造出某物，那么，该物的生产就极有可能是不必要的。

很多工业将经受不起向低能流动的转折。由于不能适应新的经济环境，汽车、宇航、石化和其它工业将逐渐销声匿迹。为了适应对地方社团生存至关紧要的新式劳动密集型行业，很多工人需要受到重新训练。但是，我们也不应错误地认为，工人们从一种工业生产方式转到另一种会是一件简单的事情。由不得你喜欢不喜欢，经济组织的方式变化意味着艰难和牺牲。

低熵经济的发展将宣告多国公司统治的结束。这些巨头公司之所以经不起能源环境变化是有很多原因的。它们过于复杂，而且它们的生计完全依赖从全世界榨取非再生能源。多国公司是我们能源环境里的恐龙。由于它们过于庞大，能源消费过多而且过于专门化，它们将随着生产的地方化、小型化的倒退而自告消亡。

未来技术利用也将发生剧烈的转变。如果我们认识到，技术实际上把能量从可用状态转化成无用状态，我们便会懂得，我们越少利用消耗能源的复杂技术，我们就会越富足。

在低熵社会里，人们将抛弃庞大的、集中化的、能源-资金集中型的技术而采用所谓合适的或适中的技术。未来学家兼

作家萨姆·洛夫为合适的技术指出下列特点："当地制造的，操作上劳动密集型的，分散化的，可修理的，由可再生能源提供燃料，合乎生态环境，有利于社会。"E.F.舒马赫曾被誉为适中技术运动之父。他说，这种低熵技术形式"无限优越于以前原始技术，但同时又比珍贵的超技术简单得多，便宜得多，自由得多。人们也可称之为自助技术，或民主技术，或大众技术——这种技术大家都可以使用而不是为富人和有权人所独享"。

最后，我们即将进入的低熵时代要求我们大幅度减少世界人口。只有从热力学原理上看，我们才能理解人口激增。想象一下生命开始发展、进化之前的最初世界。这个星球充满了海洋、高山和峡谷。然后，30亿年以前，生命开始了——它的成长发源于土地里的能源和来自太阳的能源。300万年以前，当人类出现在地球上时，如同其它生命形式一样，他们靠获取太阳可再生资源产生的能量才得以生存。由于生命以这种分散化太阳能流为基础，活下来的人的绝对数字依然较低。人口密度增长极慢。人类生存经过了漫长岁月后，1800年世界上才第一次有10亿人口。

从那时起，人口激增便真的开始了。我们知道，仅在100年间，世界上便有了20亿人口。1930年至1960年的30年里，世界上有了30亿人口。此后只用15年世界上就有了40亿人口。照目前增长速度，到2015年，世界人口将翻一番达到80亿，到2055年，将达到160亿。这种人口激增是同世界从农业经济(以太阳能流为基础)到工业体系(以掠夺地球资本中非再生能源贮存为基础)的变化完全一致的。换句话说，不光是我们的住宅、汽车和其他产品是由矿物燃料和非再生资

源造成的，从某种意义上说，今天地球上还有45亿人口也产生于这种大规模的贮存能源转换，即：贮存了几十亿年的能源的转化引起了人口的大量涌现。毫不奇怪，建立在非再生资源上的工业时代的时间还不足人类历史的0.2%，然而"80%的人口增长却发生在这个时期"。

热力学的人口增长观点令人吃惊。在工业化之前的太阳能时代，世界负担人口的能力仅为10亿。甚至在这个水平上，世界资源也出现了严重紧张状态。作为非再生资源高能流动的直接结果，世界又得负担起另外35亿人口。没有这种能量流动，这些人是难以维持生计的。然而，我们看到，地球的有限资源不可能使过去200年的能量流动继续下去。因此，世界必须重新努力，在此后几个10年内减少人口。世界必须恢复它负担得起的太阳能时代的人口。

世界人口将减少，对此已无可怀疑。问题是怎样减少。已经有不少具体建议：不准夫妻生两个以上的孩子；改动税收法律，这样有孩子的人们再生孩子就会受到严厉处罚；还有强迫性方案，如在英迪拉·甘地当政时，1,100万印度人绝了育。由于所有这些方案都是由社会强制执行的，所以，它们至少是令人反感的。另外唯一的办法是实现熵的模式完全内在化，这样，我们就会克制个人生儿育女的欲望而达到自愿控制人口的目的。如果我们完全懂得，我们每生一个孩子，下一代就多一个负担，他们也就少了一份维持生命的资源；我们就可以用树立价值观念的形式，找到人道主义的人口控制方案。

对多数美国人来说，任何有关人口控制的讨论会立即使他们联想起马尔萨斯关于印度、中国和其它人口拥挤的第三世界国家的人口理论。毋庸置疑，这些穷国的当务之急是大

量减少人口。但是，为了不使我们认为人口问题仅是第三世界的特产，我们必须记得，不光是实际存在的人数很重要，每人消耗掉的能量数量也很重要。我们知道，在美国，我们对地球固定能源的利用量相当于220亿人口的利用量。一张基于能源消费而不是基于人口数量的世界人口图将显示，从能源涸竭意义上出发，今日世界的最大人口问题正好出在美国。因此，我们不仅要限制美国人口的绝对数字，还要大量限制能源的消费。

这些相互矛盾的高熵、低熵社会体系还可列出很多。在我们对显露中的熵社会的普遍性质作简短的考察时，我们必须清楚地认识到，巨大的变化已迫在眉睫。从我们的观点来看，将来的变化未必能尽如人意。让我们正视现实吧。我们中多数人生活在前所未有的物质产品极其丰富的时代，并受到了教育、电视和广告的熏陶，我们多少都是享乐主义者。尼古拉·乔治斯库-罗伊根很怀疑我们是否能摆脱现有的世界观：

> 人类会听从任何限制肉体享受的方案吗？也许人生来就是要过一种短暂然而又是疯狂、激动和奢侈的生活；也许他们生来就不适合过那种漫长、平衡和呆板的生活。让其它物种，如没野心的变形虫去继承一个阳光充沛的地球吧。

假如面前的任务完成不了，唯一的原因便是我们依然用牛顿的观点来看待该做的事情。由于我们现有的世界观受到了现有能源环境的束缚，所以它不足为我们提供克服当前历

史危机的信心和勇气。只有利用熵模式这把刀，我们才能从这种垂死文化的废墟中开辟一条通道并为新时代的到来开辟道路。

我们只有彻底清除掉机械论世界观的毒素，我们才能做些实事。我们本身的转化是头等的大事。我们只有永远抛弃旧的思想和行为方式，接受新型的熵的世界观才能前进，重建我们的文化。新的时代秩序必须以科学、教育和宗教的革命作为开端。每个领域里，适应第二定律要求的新产物必然要代替旧的机械论产物。

6.6 改造科学

> 很奇怪，就在普通人开始完全相信科学的时候，试验室里的专家们却丧失了信念。我年轻的时候，大多数物理学家都毫不怀疑物理学原理真实地反映物体运动，是由物理学家的等式中的各种实体所组成。

这些话出自罗素之口。如果人们早有现在物理学家们的见识，机械论的世界模式便会不攻自破了。我们满怀信心地以经典物理学思想为基础建立起我们的生活组织方式，然而，当代物理学家们指出，这些思想多半是靠不住的。

举例来说，笛卡儿首先提出，人们可以利用“科学方法”了解世界，然后组织世界，也就是把事物分作可用数学公式精确测量并规定其数量的主体和客体。量子理论的结论却截然相

反。二十世纪初，科学家们对生命的微观世界作了逐渐深入的研究。他们试图发现、分离和测量宇宙物质的最基本粒子。随着他们的观察越来越深，发现的粒子越来越微小。他们终于明白，这是个无休止的过程。此后，他们得知，这全部过程好象是无边无际的宇宙对他们开了一个恶意的玩笑。至少，科学界感到汗颜，因为德国物理学家海森堡发现："客观地观察原子粒子是件不可能的事情；由于原子粒子的性质，观察行为本身就会干扰、改变客体，而不会固定、保存客体。"海森堡和他的信徒们钻进了量子物理学的微观世界，他们发现，由于每作一次观察都需要同时测定客体的动量和位置，所以精确的物质测量——经典物理学的基础，是不可能得到的。他们痛苦地认识到，每次观察最小粒子电子时，他们的观察行为都会影响到被观察物，这是因为"只有在电子发光时，你才看得见电子，而电子只有在跳跃时才会发光；如要知道'你'的位置，就必须'使它'向别处移动。"在这种情况下，你就不能两全其美。你可以测量它的位置或动量，但决不能同时进行。这里的道理是："如果你知道你的位置，你就不知道你的运动速度；如果你知道你的运动速度，你就不知道你的位置。"

海森堡的发现被称为"海森堡测不准原理"。他的发现公布之日，是经典物理学历史最黑暗之时。近300年来，物理学定理被套上了决定论的钢盔铁甲，而海森堡却有意无意地彻底推翻了决定论。在科学上，只要有一个不妥协的例外，就足以使一条定律无效。海森堡击中了牛顿科学和建立其上的牛顿世界观的要害。

然而，海森堡的测不准原理还不过是开了个头炮而已，此后的一场持久的科学论战使经典物理学遭了大难。牛顿曾声

称他已找到揭开宇宙秘密的科学钥匙；现在人们认为他不过是在为一种很幼稚的科学自吹自擂，这种科学尚未受到伴随着知识增长而产生的矛盾和复杂性的羁绊。

早在100年前，物理学界充满信心地向前发展着，并认为，任何一类初始条件将导致一个，也仅有一个最后状态。今天，由于经典物理的因果关系规律受到了如此大的限制，以致它几乎已不能作为一条定律而成立。科学家们现在承认，某类特定的初始条件可能导致几种不同的状态。他们把早期的决定论定律与新型非决定论定律区别开来。根据后一个定律，每类初始条件的每个可能结果都被定以几率，这就是最佳测量。这些非决定论定律甚至也受到某些科学家称为"非决定论第二阶段"理论的挑战。这种理论认为，某个事件的不同结果不可能被定以几率。著名物理学家马克斯·波恩概括了他的同事们在该项研究中遇到的挫折："我们寻求坚实的基础，但一无所获。我们研究越深，宇宙就越活跃，一切都在四处奔散，剧烈振动。"

科学家们得知，每个事件都有其单一性，它本身的发生不同于其它事件。由于这个原因，每个事件不仅在世界上占有一席之地，而且，人们不能认为该事件和其它现象一起共有客观现实。它的主观发生也不是某类初始条件的结果。它的发生有赖于过去所有的错综复杂的主观发生。这些主观发生引起了独特的发展。有种愚想认为，作为宇宙的组成部分，某个现象可与宇宙的其它部分隔离开来，然后又以某种"纯粹的"因果关系和其它隔离开来的现象联系起来，这是完全错误的。牛顿精确测量模式把物质细分，然后，细分后的物质之间可互相连接，重新排列，无需考虑它们与宇宙之间的相互影响，这

造成了科学滥用自然，破坏自然的后果。

在一个微妙、复杂的相互关系网络里，世界上每个事物都同其它事物联系着。人类设计的最佳电子计算机至今还奈何不得一口普通池塘里的生态关系。科学家们已作了这方面的尝试，但是，面对这其中的复杂、繁琐，他们也只能绝望而已。

旧的牛顿观把所有现象都当作彼此隔离的物质组成部分（或固定贮存），但它已被关于任何事物都是动力流动的一部分这一思想所取代。只承认事物有存在和不存在两种区分方法的经典物理学已受到挑战，并被推翻。事物不会作为某种孤立的固定贮存而"存在"，这种静止的世界观已让位于一种认为世界上的一切事物都在变化之中的观点。无生命现象甚至也在不断变化。这种变化过程其实就是熵定律在发生作用。一切事物都是能量，而能量又在不断转化。每个转化都要影响到正在变化过程中的其它事物，甚至每片草叶的枯荣都会影响到世界能量的全部变化。如上所述，熵定律告诉我们能流运动的方向，但没有告诉速度。速度时快时慢。变化过程中的起伏也绝非一帆风顺。这个运动是个大起大落的运动。

这种科学观和牛顿物理学相距甚远，牛顿物理学认为存在有简单的运动中的物质，不变力准确地、可测地作用于其它不变力。以对动力流动的理解为基础的科学取代以固定贮存利用为基础的科学绝非偶然；我们已从以贮存（矿物燃料）为基础的能源环境进入以流动（太阳光，可再生资源）为基础的能源环境。科学思想也随着新能源环境的现实状况而作相应的变化。

伊利亚·普利高津由于在不平衡力学上的贡献，而获得了 1977 年度诺贝尔奖金。他指出，作为经典物理学标志的所

有因果关系和精确测量的概念，将在第二定律指导下受到重新定义。普利高津论证说，世界上每个事件都有单一性，所以，人们不可能以科学观察为依据，对未来作出准确的预测。科学至多能预测可能发生的情景。普利高津和他的同事们说，人们过去从经典物理学得到的那种安全感不过是一种幻觉而已。人们不可能象笛卡儿、培根、牛顿想象的那样去了解自然。有种观点认为，人类可以脱离自然，发现自然的奥秘，并将其作为"不变真理"而控制、改变自然世界。事实证明这种思想是错误的。首先，正如科学家尼尔斯·博尔所言，在自然秩序的展开过程中，我们不仅是观众，也是演员。不管我们作任何努力，我们终究不能脱离周围世界；其二，由于我们正在经历一个不断变化的、不稳定的宇宙，那种经典物理学决定论的"不变真理"观念已不能成立。普利高津说："和那种把世界当做一部自动机的传统观点相反，我们又重新拾起了把世界当作一件艺术品的希腊模式。"他抓住了改造科学的实质。

最后，每种科学都不过是预测将来的方法论。同时，每种科学方法论又在不断地努力规定可能性的上限。只要一条科学定律能圆满地预测未来而没有不受限制的例外，这条定律便可以成立。熵定律能满足上述两个要求。比起其它已知的理论，熵定律为预测未来提供了更为广泛的方法论，世界上一切事物只有在它规定的最高上限范围内才得以发生。

不久，熵定律将取代牛顿力学而成为占统治地位的科学模式。这是因为，熵定律，也只有熵定律才能充分解释变化的性质、方向和变化过程中所有事物的相互关系。或许有一天熵定律将不再成立而被推翻。但是，目前这个科学规律毕竟深入浅出地解释了我们生活中的世界，并为我们如何在世

界上生存提供了指南。

6.7 改造教育

我们的全部教育过程不过就是一个为牛顿世界观开设的为期12年至16年的训练项目。学校注重数量、距离、位置，但很少强调质量或观念。在那些数不清的考试中，所有考题无非就是那些有关名称、日期、地点等等可被精确测量，却又容不得半点含糊的东西。这些考试本身就是从经典物理学的模子中倒出来的。是非题、填充题、多种答案选择题和搭配题都是从因果关系概念出发的，也就是说，每类初始条件有一个、也只有一个正确的最后状态。考试的最重要方面并不在于答案，而在于这个过程。这些年来，我们都忘却了那些具体事实，但是经过一生中许多年的考场磨练，很少有人会忘却因果关系概念。

假如进行一次民意测验的话，大概几乎每个上过学的人都会回想起，他（她）曾对考试过程本身产生过疑窦。我们中有多少人在考试的时候，先看看某个具体问题，再看看下面所有的答案，不知怎么地，会因自己必须选择一个答案而感到耻辱。常识告诉我们，问题没那么简单，我们对自己说，必须要考虑到其他事物，把这个具体现象和周围事物隔离开来是十分愚蠢的。然而，心里嘀咕一阵后，我们仍然屈服了。假如非得选一个答案不可，那就选吧。我们甚至还会默默为自己的屈服辩解：即使没有正确答案，我们至少也算是尽力而为了。

此刻，全美国的儿童正在参加考试或是复习迎考。他们

还不知道，他们真正学到的不仅仅有事实，而且还有因果关系的及如何用数量表达的思想方法；后者是牛顿世界模式的基础知识。当我们的教育者声称，他们正在教我们的孩子如何思考时，他们自己头脑里装的就是这种思考方式。当然，他们中很少有人意识到这个“事实”；他们教书时，也在扩散某种意识形态。他们可能会辩解道，他们唯一关心的就是教孩子们如何“客观地”思考。我们还能再说些什么呢？

只有产生结果的思维过程才显得重要，产生结果意味着学到事实。我们的教育系统最注重事实。一个学生收集、记忆的信息越多，他的分数就越高。有人论证说，事实是很宝贵的，能帮助一个人更好地理解世界，更好地组织起他的生活。我们知道的有关周围世界的事实每隔几年就要在数量上翻一番。然而，谁能说，世界的组织状况因此就比从前好一倍呢？如我们所知道的，事实恰恰相反。

有人说：“给我一个掌握事实的人，我就能给你一个控制局势的人。”如果此话有过于接近笛卡儿、牛顿和培根之嫌，那么，这仅仅因为它是一个“事实”。我们确实在探索世界，收集起越来越多的事实，然而，我们四周的混乱却有因此加剧的迹象。之所以如此，是因为我们不能摆脱那些老先生和他们的陈腐观点对我们的影响。

我们的教育过程最终是一个致力于专门化的教育过程。每当我们了解到世界有某个新颖不同之处时，我们就会建立起新的学科或职业以收集、解释有关的新的资料。根据牛顿思想，我们了解的个别部分越多，就越能演绎出由这些部分组成的整体；因此，求知过程便被分割成越来越微小的学习结构。

当你访问任何一所大型综合性大学时，你会发现，几千名

男男女女正在试验室、教室门前进进出出。他(她)都有各自的专用公文包——上面的徽记从政治科学到社会生物学各有不同。每个公文包里都塞满了有关某个现象的事实和数据，为了适应具体学科的要求，他们已对这些事实和数据作了重新安排。在具体学科的范围内，他们以这些具体资料为依据，自信地对世界某部分乃至整个世界的运转方式发表看法。学术界把同论敌拉扯关系视为最大的罪过。任何珍惜自己资历的学者甚至会不屑同其它学科领域的学者交流看法。跨学科的以及一般的学习方法被称为是"不严肃的"。

我们的专家们好似成千个盲人。他们用拐杖在大象的各部位乱捅乱戳。大象是什么，各人自有主张。他们在自己的那块部位捅的次数越多，他们就越自信自己捅的对象是何物，他们也就错得越来越远了。

我们的教育过程是为适应工业社会的需要而设计出来的。工业社会又是为适应非再生能源基础的需要而出现的。在我们向太阳能环境过渡的时候，我们现存的教育和学习方法将越来越过时，牛顿的学习方法将不得不让位于熵的教育方法。

未来的学习重点将与现在的截然不同。例如，教育将强调过程而不是测量法。在观念变化上，人们将检查彼此联系的现象"流动"，而不再去收集、储藏和开发那些彼此隔离的事实"贮存"。考试将着眼于理性能力而不是经验主义的能力；论文、口头表述和实践经验等将成为反映按过程进行思考的必要性的标准形式。外部世界不再作为一连串彼此隔离的因果关系而受到检查，而是作为一个为运动和变化的可能发展提出了很多设想的相互联系的现象网络而受到检查。

由于太阳能时代的重点已从榨取自然变成同自然共存亡，所以，收集事实就不那么重要了。教育同科学一样，也将更注重事物的“为何”而不是“如何”。经验主义到形而上学的转变意味着信息或能量流动将作相应的减少，由此产生的混乱也将减少。学习将不再被当作分割世界，从而将世界变为文物的工具，而是当作一种方法去更好地了解我们从自然那里继承、而我们又是其中一部分的世界范围内如何生活。学习不再是进步，而是一种变化过程。

尽管在太阳能时代还需要具备一些专门知识，但教育过程将围绕着对待知识的整体论方法而展开。按照今天的教育体制，高中以上的学生要么就接受职业教育、要么就接受高等教育；与此相反，未来将强调脑力和体力的结合，教导人们如何在世界上自立。在未来世界里，由于社会各种工作的专门化程度将大大降低，所以这种学术训练方法具有完全的必要性。学生们将为适应社会更普遍的劳动密集型就业机会作好准备，而且，为了维持中等规模的，自给自足的城市和农村社会，人们期望这些学生成为万能博士。

人类文化与自然之间的人为分离是牛顿时代的特征；在未来的太阳能时代里，这两者将重新融合。“自然中的人”将取代“对抗自然的人”。教育过程将反映出这个根本变化。现有的教育过程把学生关在隐士般与世隔绝的人造环境里，与外部世界隔绝达12至16年之久；与此相反，熵时代的教学实践将注重日常经历的学习。历史早期出现的那种学徒制将重新发挥重要作用。同时，尽管大型集中化综合性学校在非再生能源时代的末期具有典型性，但它们还是要被“学习环境”所淘汰。在太阳能时代里，上学意味着到社会上去学习。

很多工业时代里积累的知识将在未来太阳能时代里日益变得不合时宜，最终不得不全部摒弃。然而，某些零零碎碎的信息将依然有用、受到保留，通过教育过程继承下去。每一重大世界观变化都在新秩序的范围内吸收过去模式的某些内容。尽管旧的世界观的很多特点将作为新模式的一部分而幸存下来，但为适应新的指导思想，它们将受到全盘改造。

虽然正在出现的教育过程可能会朝着许多新的、人们意想不到的方向曲折发展，但是，它将始终受到热力学第一、第二定律的指导原则的支配。

6.8 第二次基督教改革

伴随着熵的世界观的出现，基督教神学也正在经历一场彻底的改革。新教改革中产生的扩张性神学和过去400年间扩张性经济时代乃是天作之合，然而，新教改革正在让位于一种能反映熵定律和新太阳时代要求的神学新产物。

过去15年里，美国出现了大量东方宗教试验活动。今天，50万以上的美国人是佛教神学的信徒；有400—500万人在练习冥想、瑜伽等发源于东方宗教的精神和身体活动。同时。美国也在经历一场宏伟的福音派新教的复苏，乔治·盖洛普等民意测验机构称之为美国第二次大觉醒的先声。

过去，美国曾经历另外两大宗教觉醒。第一次灵魂大复苏发生在十八世纪四十年代，它有助于殖民地的统一，促进了反对英王的政治运动。第二次大觉醒发生在一个世纪之后，

它促进了废奴运动的蔓延和发展，决定了南北战争的进程。今天，福音派狂热又卷土重来，我们有充分的理由相信，这第三次大觉醒将会象前两次一样，触动美国而发生深远的社会、经济变化。

对东方宗教的兴趣与日俱增，福音派运动如火如荼地开展，这反映了人们正在不知不觉地为适应即将到来的新时代而寻求一种崭新的、集宗教之大成的信仰。这两个运动都是新的神学改革的主要内容。

东方宗教的信徒们，特别是佛教徒们，早就懂得把能量流通降低到最低限度的价值。冥想练习是为着减慢能量耗费。一个人将维持人体生存所必需的能量降低到最低限度后，他便到达了涅槃或真理的境界。东方宗教早就宣称，不必要的个人能量耗费只会增加世界的混乱。根据东方教条，只有同周围世界融为一体，才能达到终极真理。这只有同自然的其它部分建立起统一的关系才能做到。

西方人总是很难理解东方人对真理和智慧的态度。我们相信只有不断工作才能解开世界的奥秘。所以，我们忙于没完没了地收集、拼凑起只言片语的真理，而对周围世界则竭尽控制、摆布之能事，我们相信我们的努力能增添智慧，最终使我们置身于宇宙最高缔造者的面前。东方神学家会说我们的忙乱只会增加混乱，使我们距追求中的神的启示更加遥远。

东方宗教懂得，尽量降低能流与减少混乱是很有价值的；西方宗教则懂得历史有着直线性的本质——这是形成符合熵定律的新型宗教学说的另一个重要因素。东方宗教强调世界和历史轮回，而犹太-基督教信徒则念念不忘人类历史有着明显的开端和结束。

另外，基督教对待自然的传统态度是造成生态破坏的重要因素之一。对来世的过分热衷引起人们忽视乃至榨取现实世界。这种观点认为只有上帝天国里的东西才是有价值的。我们的世界是人的世界，自然的世界，肉体的世界，它是低下的、堕落的、可耻的。因此，那些追求神圣生活的人或者对它不屑一顾，或者觉得它无足轻重。自然世界不过是我们去天国的旅程上的一站。所以，我们越少留意这个世界，我们就越能多关注上帝之国。

几个世纪以来，基督教的教义还存在着另外一个缺陷，有关《创世记》对管理概念的解释："要生养众多，遍满地面，治理这地，也要管理海里的鱼，空中的鸟，和地上各样行动的活物。"管理的概念被人们用来开脱他们百般摆布、榨取自然的行为。然而，现在，基督教的重大改革已经开始。基督教学者们开始第一次重新规定管理的涵义，他们的行动为嫡的世界观奠定了神学基础。

《创世记》解释以这种思想开头：既然上帝创造了天国、地球和世界上的万物，那么，他所有的创造物因为是他创造的而具有重要的内在价值。由于上帝的创造是有目的和顺序的，所以这种目的和顺序必须作为上帝的创造物之一而同样受到尊重。最后，上帝的创造物都是不变的。根据《创世记》故事，上帝在创造了世界和世界万物之后，他就安息了。新神学家们据此论证道：对上帝创造物的任何剥削和损害都是罪过，都是违抗上帝本人的行为。同样，对上帝赋于自然界的不变目的和顺序所作的任何破坏也是罪过和违抗行为。切不能小看了这个神学观点。新神学家们指出，所有其它宗教信念都发源于这些有关创造的基本真理。上帝要么就创造了世界，要

么就没有；上帝要么就赋于世界以目的和秩序，要么就没有。假如某人信仰这些真理，那么他就信仰上帝。假如某人不信仰这些真理，那么他就不可能信仰上帝。这个命题是所有基督教徒的出发点。

这样，如果人们自以为在对待上帝的创造物时可以违抗上帝，即不顾创造物的目的而对它们横加摆布和掠夺，这就是罪过。如果人们自以为可以重新安排这个世界，并为自己荒诞不经的念头而重新规定世界的目的，这也是罪过。基督教生活要保全整体，而不是部分；要保持平衡，克服不平衡；要保持和谐，克服不和谐；一个基督教徒必须热爱尊重上帝的创造物。因为，上帝带着爱完成了他的创造。

所以，管理并不意味着剥削自然的权利。学者们说，事实远非如此。管理意味着做自然的看管者。亨利·H.巴尼特在《教会和生态危机》一书中指出，《圣经》把人看作"地球大家庭的管家，看守人，监护人……"。巴尼特说，看管者"是《新约全书》对人类的这种与自然秩序相关联的职责的称呼"。据巴尼特称，看管者的首要条件"是忠诚，因为他要管理别人的所有物"。看管者的观念直接地与《圣经》的契约思想有关。在《创世记》中，上帝说："我与你们和你们的后裔立约，并与你们这里的一切活物立约。"

于是，上帝和人类建立了契约。人类将是上帝在地球上的看管者，保存并保护上帝所有的创造物。这个契约使人类和上帝建立了特殊关系。如同上帝的其它创造物一样，人类也是上帝创造的，上帝的创造物在本质上是有限的，所以各创造物之间在这一点上是相互平等的关系。只有上帝才是无限的。这些创造物因其生存出自于上帝之手而相互平等，然而，

人类却有其特殊性。弗兰西斯·谢菲尔在他的著作《污染和人的死亡》中指出，这种差别是因为人类是上帝照他的形象造出来的，有责任作上帝的其它创造物的看管人，因此，作为自然的一部分，人类和所有其它生命物及无生命物有着既平等又依赖的关系，同时，又从自然中分离出来，担负起保护、照管自然的责任。如果人们接受这种双重关系，他们就忠实于上帝的目的，履行了上帝和人所订的契约。然而，如果人们利用这种特殊关系将上帝的创造物攫为己有，并用它来牟取私利而不是赞美上帝，他们就破坏了契约，背叛了上帝。

新型的管理说和热力学定律这两者同正统神学结合后，便规定了适应于熵世界观生态要求的、经过改革后的新型基督教教义和契约。最重要的是，管理说回答了那个终极问题："为什么我有责任照管、保护自然秩序?"因为它是上帝的旨意。上帝创造了它，并委予人类看管职责。归根到底，这是一个为上帝服务还是拒绝上帝旨意的问题。

新管理说推翻了现代世界观。那些用以剥削自然的规律和关系与保护自然是背道而驰的。其中包括：私人占有资源；集权程度提高；消除差异；更加依赖科学技术；拒绝限制生产和消费；把人类劳动分割成单独的、自治的工作范围；在理解生命与现象间相互关系时采取简化主义态度；还有一种观念把进步视作不断转化自然世界成为更宝贵、更有秩序的人造环境的过程。所有这些都被看作是当今世界的正当追求和目的，并且，与其它许多因素一起，形成了生长时代的指导思想。它们有害于生态原则、低熵经济结构，而且，更重要的是有害于刚下了定义的管理说。

看管人的地位要求人类尊重和保护上帝规定的自然活

动。自然秩序运转的基础是差异、相互依赖及分散化诸原则。维持的观念取代了进步的观念；看管取代了所有制；培育的观念取代了摆布的观念。人们承认生产和消费上的生物限制，接受了平衡分配的原则，而且，整体观念成为衡量所有关系和现象的必要指导原则。实际上，新管理说代表人类参照系中发生的根本变化。它为世界上人类的行为、活动方式提供了一套新型的指导原则。

如果基督教社会不能接受这种新型契约式的管理说，那么，右翼和法人利益便会毫不客气地掌握住目前兴起的这股宗教狂热。福音派的复苏为美国法西斯运动提供了在长期经济衰退中谋求对美国的控制所必需的重要文化背景；而福音派的复苏也就以此告终。

甚至象弗兰西斯·谢菲尔这样一位深谋远虑、颇得众望的福音派神学家也相信，在未来经济动荡岁月里，美国确有可能出现法西斯主义。谈到美国对通货膨胀和衰退循环缺乏回天之力，谢菲尔总结说："尽管难受，但我还是不能不联想到，在希特勒出现之前，德国人由于无法忍受通货膨胀而对魏玛共和国失去了信心。历史表明，在经济崩溃的关键时刻，人们就会不关心个人的自由权利而心甘情愿接受严密的组织。"

谢菲尔对美国的前景持悲观态度。他相信，美国人最珍惜的是他们自己的"个人安宁和富裕"，在经济持续收缩过程中，这将可能导致法西斯式的秩序："我相信大多数人……将忍气吞声地失去他们的权利，只要他们的生活方式不受影响。"

谢菲尔没说出的是，在福音派运动中，已出现了不少朝着这种可能性发展的迹象。例如，很多中产阶级的基督教徒在逐渐地转而投靠"财富主义"的陈旧观念。他们把《圣经》教义

间顽固的个人主义、自由竞争和无休止的财富聚敛等同起来。这种扩张主义神学仍是美国基督教徒的宗旨。每个基督教徒仍有可能继续利用"财富主义"的思想为自己在紧迫的经济需求面前缺乏关心和无所作为的态度作辩解；这些经济需求不仅要求个人或自由经营制度作出反应，而且要求社会作出反应。对于这些基督徒来说，福音派运动将是一个逃避周围动乱的庇护所。如果经济形势到了危及中层阶级最后庇护所的糟糕地步，他们便会由逃避转向积极支持右翼和资本利益，直到接受国家认为对维持社会秩序有必要的各种专制措施。

在重新规定人类与上帝的其它创造物之间的关系时，当代基督教学者们用神学之剑刺中了扩张时代的心脏。新的支配观念是指看管、保护，而不是指占有和剥夺。这同过去几百年的传统基督教神学和机械论世界观是大相径庭的。通过重新注意创世故事和人类在世界上的目的，基督教神学家公开违抗了他们自己过去的教义。几百年来，每个基督教徒通过提高生产率和征服自然来寻求拯救，现在，新的基督教徒提出了挑战，他们通过保存和维护上帝创造物来寻求拯救。基督教的劳动道德正被基督教的保护道德所淘汰。对管理者地位的强调正在为一场新的基督教改革和社会的一次新契约的出现奠定基础。

6.9 正视熵的危机

熵定律是无法逃脱的。这个宇宙最高物理定律存在于我们生活的每一方面。由于一切都是能量，而且能量总是在不

可挽回地从有用形式单向地发展到无用形式，所以，熵定律便成为人类一切活动的基础。我们知道，熵世界观已向我们最珍视的、也是最寻常的有关环境、文化乃至生物存在的思想发起了挑战。我们庞大的城市地区、机械化农业、大规模的生产和消费、军备、教育、医疗技术等等这些现代文化的标志都受到了一种全新方法的剖析。熵定律打破了我们的物质进步观念。它从根本上改变了经济学的基础。它转变了时间和文化的观念，并剥掉了技术的神秘外衣。

一旦我们理解了热力学第二定律的重大社会、经济意义，我们就懂得，现行的世界观与世界的实际运转丝毫没有关系。我们的日常生活——工作、娱乐、消费，甚至我们的思想——都失去了稳定性和基础。我们成了陌生地上的陌生客。曾是明确、牢靠的现实突然变成了梦幻，不如艾丽丝漫游过的镜子仙境*那么美妙。

我们仍然拒绝接受为世界和我们生活指出的新方向。甚至当我们受到熵世界观的智慧的吸引时，我们也竭力不让那种莫测高深的思想搞乱我们的头脑。这是很自然的，因为，我们受到了挑战，要我们抛弃统治我们生活的稳当而熟悉的神话。当然，对很多人来说，这些流行神话已失去了魔力。几百万美国人或出于自愿，或出于无奈，正在逐渐地接受低熵哲学和生活方式。诸如“不惜代价的物质进步”、“越大越好”之类的高熵概念已不能象从前那样受到现代技术国家里的群众的拥护。自然会有一些脱离了牛顿世界观的信徒们欢迎现实朝熵的世界转变时为他们带来的解放。

---

* 英国作家刘易斯·卡罗尔著有童话«艾丽丝漫游奇境记» 和«镜中世界»等。——译者

同时，确实会有很多人将阻止新时代的到来。他们自甘堕落、保守，而不肯冒风险。由于这些人陷进了他们无从理解的哲学体系里面，他们将集中精力去发现一条出路。这也是很自然的。我们受到的思维训练告诉我们，车到山前必有路，人类可以控制住一切力量。我们曾被告诫道，世界上永无限制，只有心胸狭窄的胆小鬼才会受到限制。然而，不管我们如何东找西寻，出路终归是没有的。

在某些方面，我们好比一个不信地球引力的人。为了证明引力是不存在的，或者至少是证明他有克服引力的本事，他爬到一座摩天大厦的楼顶上，然后纵身跳下。当然，地球引力是不管他相信与否的。为了教训怀疑者，地球引力不由分说地把他拉向地面。但是，此人为了使自己的灵魂和肉体幸免于难，到处抓救命草，过了第四十层楼，他还叫道："到目前为止，一切顺利。"

我们如果也象这个否认地球引力的人那样去否认熵定律的效应，那么，我们最终也会自食恶果。而且，即使周围世界由于高熵文化的恶果而陷入了分崩瓦解的混乱之中，我们无疑还会象那人一样继续说："到目前为止，一切顺利。"我们已预料，那些不能摆脱现行世界观的人将作出至少 3 种笼统的反应。

首先，将有乐观派。他们设想，在山那边或隔壁的试验室里，将出现能使我们维持现状的技术解决方法，对此，他们寄予厚望。他们对现代社会的价值观念和进步带来的恩惠深信不疑。他们将团结在"车到山前必有路"的破旗下面。他们会告诉我们："你们阻挡不了进步"，和"美国生活水平是世界的羡慕对象"。这些陈词滥调来源于社会物质财富越多，社会就

越富足的思想。他们将不择手段地克服我们地球的限制。

乐观派很有可能要致力于找到利用可再生能源的新方法。毫无疑问，我们的非再生能源基础将变回到可再生能源基础。但是，能源变换器的类型及能流渠道如何分布仍是一个大问号。技术乐观派否定了那种为了更加适应自然节奏和地球生态系统而恢复低熵流动的主张。相反，他们寄希望于新型遗传工程技术。他们认为，遗传工程可以加速生物进化过程并为我们提供不断增长的物质—能量流通。如果我们耗尽了机械化农业所必需的、以石化产品为基础的化肥，那么，我们就将发展遗传工程技术，制造出可以直接凝固空气中的氮的植物。如果我们用完了石油，我们就将利用遗传工程大量生产微生物，取代涸竭了的非再生能源贮存。

乐观派甚至鼓吹"安排"人的生物结构。遗传工程在历史现阶段离开试验室进入应用科学领域决非巧合。熵增大的时候，癌症、天生缺陷、婴儿智商降低等混乱形式便在人体中内在化了。技术乐观派已认识到，这些混乱会严重影响本民族争取更大经济增长的愿望和能力。因此，他们试图从生物工程中找到解决办法。我们听说，如果辐射和有机化合物会引起癌症和天生缺陷，那么，现代技术就将通过重新安排我们的基因而使我们痊愈。由于人们是按照标准化、技术化标准人工制造出来的，所以，高能、高工业生产的概念便通过遗传工程而直接结合进了人体。乐观派对各种效率的追求是永无止境的，他们可能要努力使生命本身更有"生物效率"，

乐观派论证说，我们不仅已从非再生能源时代进入了可再生能源时代，而且，也从物理学时代进入了分子生物学时代。他们指出了近年来遗传工程领域所取得的令人难以置信的突

破，宣称，在今后 20 年内，从生物工程中产生的整套全新技术变换器装置将淘汰现存工业技术结构。就如应用物理学把非再生能源转化成工业时代的设备那样，应用遗传工程将把可再生能源转化成一种全新的生活方式——生物技术时代。

有趣的是，就在本系统以可再生能源基础取代非再生能源基础，以分子生物学取代作为转变过程的应用物理学的时候，一种新的科学模式也破土而出。乐观派希望这种模式能为他们所期待的遗传学时代的新型世界观奠定基础。这种模式叫做“耗散结构理论”，其主要创始者是伊利亚·普利高津，这位比利时物理学家由于他在不平衡热力学方面的研究而获得了 1977 年诺贝尔化学奖。“耗散结构理论”指的是那些和环境交换能量的开放型系统。所有的生物和某些无生命系统均属耗散结构。它们通过系统内可得能量的持续流动而维持它们的结构。普利高津指出，耗散系统越复杂，其集成、连接程度就越高，因此，为了维持自身就需要更多的能量流通。普利高津注意到耗散结构内部的能量流通可引起动摇。他一针见血地指出：如果这些动摇严重到本系统不能吸收的程度，本系统就将被迫重新组织。普利高津主张，这种重新组织总要提高复杂、集中和连接程度，并增加能量流通。由于每次重新组织比前者更为复杂，所以，就更易发生动摇，引起又一轮重新组织。如此，复杂程度就为在更大规模上的重新组织及加快进化过程、能量流通创造了条件。普利高津然后将不稳定性和灵活性等同起来。通过复杂的数学公式，他试图表明，系统越复杂，耗能就越多，它就越灵活、善变以适应新情况。

姑且不谈这种理论有悖常理。在我们所经历的世界里，复杂程度的提高减少了我们的选择机会，使我们变得更加呆

板，而且崩溃和瓦解也因此更有可能发生。正如牛顿物理学为非再生能源环境提出了增长模式那样，耗散结构理论也试图为再生能源基础上的能源环境提出一个发展模式。

人们应该记住，牛顿物理学是为“无生命”能源而建立的。它的对象是纯数量的、运动中的无生命物质。所以，这个模式完全不适合一个有生命的、可再生的、流动着的能源环境。与此相反，耗散结构理论为控制“有生命”的能源提供了恰当的科学基础，因此，它被称为是堪与牛顿定律匹敌的变革性突破。作为一种中心模式，耗散结构理论使生物工程时代完全合理化。这个理论积极肯定了生物复杂性提高和有生命物质不断重新组织进新结构中的现象，这就是遗传工程的根本任务。有了耗散结构，我们就不再把世界看作是机器，而是一个用遗传工程造出来的有机体。

今后几年内，人们将忙于承认再生能源为能源基础，遗传技术为新型技术变换器，耗散结构理论为新型科学模式。当权者仍将一心追求更大的能量流通，无限的增长及无止境的物质进步。

为了把熵定律打入冷宫，专家们将尽力让其他人相信，有了再生能源基础，我们就决不会耗尽资源，而且，增长将是永久的增长。从目前看，新型遗传技术，如人工合成脱氧核糖核酸，有可能大大增加系统内的物质-能量活动，这正如首次出现的工业变换器与非再生能源之间的关系那样。至少在一段时期内，我们好象已克服了地球生态系统的固定限制。然而这段时间不会长久。对我们日常生活发生重大影响的物理学时代持续还不到100年。如果我们进入了分子生物学时代，我们可以预计，这段时间从开始到结束将被极大地缩短，整

个时代可能会持续不到半个世纪。这是因为，本系统内因物质-能量流动而产生的混乱将比大规模非再生能量流动产生的混乱严重得多。

首先，由于我们利用“短路打火”*方式使有生命物质在社会能流渠道上流通，我们就绝对减少了有生命的物质的可得贮存。坦率地说，再生能源实际上是非再生能源。也就是说，尽管再生能源不断地再生，但今日每多长出一片草叶或一个微生物，明日就少一片草叶，少一个微生物。按照乔治斯库-罗伊根的话说，“物质不含糊。”虽然太阳能流是无限的，但组成地球表层的物质-能量却不是这样。地球上的物质正在不断地衰退和耗散。自然循环只为未来回收了部分用过的物质-能量。其它部分则无可挽回地损失掉了。所以，不管太阳能照耀多久，我们系统内的物质-能量流动越迅速，我们就能越快地耗尽再生能源。

同时，不断增大的熵有可能对基因贮备和地球上脆弱的生态系统产生灾难性的影响，地球因此蒙受的损失将比在整个非再生能流时代蒙受的大得多。

如同过去的牛顿模式那样，耗散结构理论完全忽视了熵定律，而把注意力集中在能不断稳固秩序的那部分展开过程上。那些把生物工程吹捧成可再生能源环境里的变换器的人拒绝承认秩序的不断稳定和能量流通始终会增加周围环境中的混乱；过去，愚蠢把我们引上了非再生能源环境和以它为基础的物理学时代的最终崩溃的道路。现在，他们注定要重蹈覆辙。

* 短路打火：hot-wire，不用汽车钥匙，将汽车电线短路而使车子起动。——译者

在乐观派为之洋洋得意的高能文化中，熵以各种形势继续急剧增大。因此，将有必要在不断发展的混乱中保持更好的秩序。作为现行世界秩序的虔诚信徒，乐观派将对那些日渐高压和不人道的实践和手段采取越来越宽容的态度。例如，高熵的百万人口大城市绝非可行的生活模式。由于乐观者不承认这一点，他们就有可能为维持社会秩序而赞同采取任何必要的警察国家的手段。电视摄象机正在出现于街头各个角落，卫星从外层空间监视着我们；有“犯罪”思想的人们受到电子仪器震动后而变得俯首帖耳。同样地，为了保持美国在地球上头号能源使用者的地位，乐观派将鼓励增加军费预算，进一步发展武器装备，以保卫萎缩中的帝国。

当然，所有这些活动注定是要失败的。利用新型高能技术将秩序强加于人，这只会增加混乱的发生。人们将把基因用来创造出新式可再生能源或治疗疾病，提高智商；但是，在这个过程中，几十亿年来积累的智慧将毁于一旦。利用新式高能侦察手段和武器技术来制止犯罪等不断增加的社会混乱，只会从社会其它部位吸干宝贵的能量，并且制造出新型的压迫和反社会行为。乐观派对秩序的狂妄要求将不会如愿以偿，但他们却能连累全人类一起遭殃。

对熵定律的第二种笼统的反应可称为“实用主义派”的反应。实用主义者不如乐观派那般虔诚，而且更少宏大理想。他们对现有结构修修补补，试图使它能多少反映出一些熵世界观所具有的意义。从本质上看，实用主义者的世界观较狭隘。他们能理解部分的熵模式，却忽略了整个意义。他们乐意承认现行制度的某些弊端，但是，归根结底，他们还是要因循守旧。纽约城将存在下去；没有机械化农业和食品加工业，我们

就无法维持城市生活；美国人决舍不得和汽车分手。实用主义者说，让我们现实点。

当然，实用主义者不会否认大有改进的余地。他们的信条是“少花多拿”。他们的一生将忙于为现存高能结构作些细微的调谐工作。城市规划者将致力于发展起适合热力学定律的运输系统，保温性能良好的建筑物。还要建立起街道咨询委员会，鼓励大家更加注意保护资源。汽车制造商将使每加仑汽油多走几英里路；汽车也将改用酒精汽油或电力发动。政治家们将赞誉“调低了的理想”和“星球现实主义”。当然，他们要谨慎地使整个技术结构原封不动。

那些实力雄厚的巨头们甚至也在使他们组织上必须履行的责任符合于某种定义不严密的熵结构。例如，1978 年 8 月，能源部召开了一个为期 3 天的有关热力学第二定律的大会。会上宣读的论文的标题颇有沉重的感觉：“对催化转变中的能量效率的热力学分析”，“第二定律导致的化学品产量减少”和“第二定律燃烧过程分类学”。

毫无疑问，我们可以预料，实用主义者中间将爆发一场激烈的技术辩论：“在熵不断增大的情况下，什么样的增长率才是可接受的？”为此，他们将努力作出数量上的规定，从最狭隘的意义上使现存系统发挥出最高的“效率”。这样，在他们的思想里，世界观便变成了另外一个成本-效益工具。由于实用主义者未能掌握熵定律的最高实在，他们将完全不得要领。实用主义者的所作所为好比某个基督教徒在问：“我能瞒过多少罪过，仍然可以到达天国？”尽管实用主义者善于使用关于熵的片言只语，他们却还未领会熵定律的精髓。

这并非是完全否定进行热力系统分析的价值。但是，我

们在达到此种分析具有真正意义的一点之前，首先必须认识到，熵定律已教导我们，为了使所有生命尽可能地向未来发展，必须把社会能量流动降到最低水平。熵的经济是必需品的经济，而不是奢侈品的经济。如果我们理解了这一点，我们就能据此有选择地利用热力学概念而组织低熵社会。

例如，在热力学上的实用主义者（信奉细微调谐，"少花多拿"与另外那些深知熵定律的重要性的人们之间作比较，就会发现他们在同类问题上的态度存在着差异。实用主义者见到汽车后，可能会提出这样的问题："我们应怎样根据熵定律来改造马达，使它作更多的功？""什么样的车身设计最适合于热力学？"一个完全理解了熵世界观的人则会问出全然不同的问题，如："我们的生活果真缺汽车不可吗？""汽车是否有助于提高我们的生活、健康和文化水平？""今日的汽车是否剥夺了下一代人维持生活的能力？"

掌握了低熵世界观的人在深入研究之前，总要先问一下这些广泛的问题。他懂得，如果一件事首先是不值得去做的话，那么，这件事的成败就不足挂齿了。如果汽车不值得被人们拥有，那么，1 加仑油跑 20 英里的汽车和 1 加仑汽油跑 50 英里的汽车就毫无区别了。

实用主义者未能理解熵定律是统治物理世界的终极科学定律，而不是修补旧体系的工具。实用主义者不知道，连我们日常最熟悉的概念都受到了熵定律的重新规定。例如，热力学第二定律向我们显示，时间不过是熵的某个功能。当世界达到最大熵状态，再无更多能量作功的时候，由于万物陷于一片沉寂，时间便会终止。从熵的意义上说，"节约"时间的唯一方法便是使社会能流尽量接近我们环境中的自然状态。这样，

时间和生命的结束便将尽可能慢地到来。但是，实用主义者却试图用精简现存能流的办法“节约”时间。这只会加快熵过程，同时，减少后代所有的维持生命的时间。实用主义者也同样不能理解经济“增长”的现象。实用主义者将致力于规定“合适”的增长形式，殊不知熵定律已向我们显示，“增长”实际上意味着世界财富的减少，不过是一个将可用能源转化成无用状态的过程。熵告诉我们，经济增长越快，离末日就越近。

对熵定律的第三种反应可称为“享乐主义者”的反应。他们的信条是：“让我们痛痛快快地过日子吧！”这里的潜台词是：“后代为我做了什么事？”这些人有可能认为，形势总的来说正在每况愈下。他们抱怨空气污染，食物里掺有毒素，空地灭绝了。但是，他们也会象患了罗马末日综合症似地争辩说，现在已是无计可施。他们会说，人的本性就是贪得无厌，坏事做绝。如有人试图改变一下现有的体制，他们就会说：情况不变糟，就别去动它。除了追求私利、吃喝玩乐、快快活活等待末日之外，小人物还能做些什么？

乐观派、实用主义者和享乐主义者具有一个共同点——他们都相信，尽管今天的情况糟透了，但我们还是比前辈们更能理解、驾驭现实。他们认为现代社会以前的人类不过比牲畜稍微开化一点而已。由于我们的祖先不知道逊原子微粒、电子计算机和立体声为何物，所以他们的生活一定要比我们乏味得多，不象人类的生活。这些牛顿模式的拥护者们还不知道，我们具备的知识，和500年前乃至5,000年前人们具备的知识是两种不同的知识。从简化论的立场出发，我们的知识似乎正在日益增加，同时，我们对自己周围发生的事情却知道得越少。我们的城市化了的有识之士们已完全脱离了自然，

因此难以预测出我们与环境之间的真实关系。事实上，我们的高能文化已割裂了我们的思想，所以，我们不能再同生命之源保持和谐。我们不仅脱离了自然，而且也不可能达到历史上人们理解的那种"开化水平"。我们的祖先确实对周围的现象没有科学的理解和解释，但他们天生就有抓住生活之根本所在的本领。

我们的祖先至少是自给自足的。他们知道怎样满足自己的需求。相反，我们却完全是高能环境的俘虏。我们不能用自己的双手做到丰衣足食，满足自己的娱乐需求。我们就象无能为力的婴儿，不论何事都需有人侍候。农场主兼作家温德尔·贝里对我们当前的窘境有过精采的描绘：

> 美国人是世界史上最不幸的公民。除了金钱之外，他们什么也没能力获得。而且，由于历史环境和他人的制约，他们的钱象气球似地膨胀，飘走了，屈从于历史环境与他们的权力。从早到晚，他们都接触不到自己制作的、理应为之自豪的产品。他们休息，娱乐，但依然摆脱不了内心的愁苦和黯淡的神情。他们大腹便便，然而健康状况却不太妙。周围的空气、水源和食物里含有毒素已不是什么秘密。他们很有可能死于窒息。他们怀疑自己的爱情生活不及人家的美满。他们恨自己生不逢时。他们不懂为什么他们的孩子们变成这个样子。他们不懂孩子们的语言。他们不愿多管也不知道自己为什么不管。他们不知道他们的妻子想要什么，也不知道自己想要什么。怀疑杂志上的一些广告图片对自己是否有吸

引力。他们感到自己所有的财产都有受人掠夺的威胁。在很多现象面前，他们感到无所适从：失业、经济崩溃、公用事业倒闭、警察、汽车工人罢工、妻子抛弃丈夫、身患绝症，等等。当然，他们可以为这种焦虑而去向称职的专家们求教。而这些称职的专家们又为自己的种种焦虑去向另外一些称职的专家们求教。

贝里总结说："从自由生存和自食其力的意义上看，连最愚蠢的农夫、部落成员也比尽是专家的社会里的最聪明的工人、技师、知识分子更强。"

6.10 绝处逢生

我们这一代正面临着人类历史上的一个非常时期。正如本书再三强调的，能源环境影响着社会文化、价值观念和经济学说。如今，我们亲眼看到能源环境的基础正在从非再生能源过渡到太阳能和可再生能源。整个社会将发生巨大的个人和制度上的变化。我们面对的问题有：这个过渡将持续多长时间？它将怎样完成？个人将起到什么样的作用？

时间问题最费猜测。七十年代初期出现的能源危机和公众对环境破坏的担忧已为熵的模式的初步形成创造了条件。毫无疑问，在未来几十年里，即使旧秩序的残余依然存在，熵社会还是要持续向前发展，这正如欧洲从中世纪向近代过渡那样。即使在今天，人们在访问欧洲国家时，甚至会发现，在

封建制度消失几百年之后，封建文化的遗风仍是阴魂不散。从这点出发，到太阳能时代的过渡也好比一种进化发展，每发生一场新的熵危机，就能增添一点动力。

同时，我们也不应误以为，在能源环境的渐进变化过程中，我们除了稍做更改之外，仍可照常生活。这个过渡将不会象以前能源环境变化那样横跨几百年。我们的高能社会、经济体制十分脆弱，而且完全依靠非再生能源的不断输入，所以，一场大崩溃已迫在眉睫。我们可以确信，未来20年至30年间将是改变能源环境的关键时期。因此，我们必须为尽量减少这种熵转折时期内可能发生的冲击波而早作准备。

前面部分概括了某些制度上的广泛、长远的变化。这些变化伴随着能源环境的变化而发生。某些人可能会认为这些变化不过是乌托邦式的空想（不可能取得），某些人则把这些变化当做压迫性的变化（因此令人生厌）。对这两种人我们只能问他们，如低能量的未来被说成是不可能取得的或令人生厌的，那么，我们还有什么出路可言呢？非再生能源的贫乏已使我们明白，现存高能工业基础结构再也不能维持下去了。在我们从非再生能源基础转向可再生能源基础时，如期望我们可以利用生物工程技术长久地维持不断的高物质-能量的流通，这同样也是很不现实的。

无论我们愿意与否，我们已不可挽回地走向了低能量社会。有两条道路可供我们选择：一是我们理解，这是生存的必需，还有很多美好的生活机会，所以我们自觉自愿地进入熵社会；二是我们死死抱住现有的世界观不放，到头来被迫痛苦地进入低能量社会。

由于我们继续沿着高能道路前进，我们最终要为熵付出

的代价也在与日俱增。利用遗传技术向一种全新的经济基础结构转变，这有可能推迟清算日子的到来，但不过是在短时间内而已。我们把高熵社会向低熵社会的过渡耽误得越久，熵的代价就会越大，转变就会越困难。如果我们坐失良机，人类将承担不起由此而付出的代价。

如果我们不愿这样大肆挥霍可得能源，我们就要自觉或不自觉地接受熵模式的价值观念和指导。如果我们不从个人到集体都去掉牛顿世界观，一场变革社会的运动便无望发生。这个历史过程的第一步，就是要完全理解我们人民的信仰。我们必须自觉自愿地改造我们的生活，使之反映出新模式的要求。但这还不够。我们还必须万众一心地开始拆除掉现存的高能基础结构。同时，我们必须以新型的价值观念为基础建立起我们的新社会，这种新型的价值观念必须反映我们对熵过程的觉悟。

也许所有这些都是超出人类想象力的。上述任务是如此庞大，而成功机会又是如此渺茫，所以，接触了熵定律后，很多人将感到心灰意懒。首先，由于这种新的世界观使人沮丧万分，他们只能感到绝望。何处是希望？自从我们来到这个世界后，不论我们作出什么努力，世界总是在堕落之中。既然如此，又有谁会去憧憬美好的明天呢？过去几百年里，人类作的一切几乎都是适得其反，在这种情况下，希望又何在呢？

如果我们继续寄希望于现存秩序的维持上，那么，我们就真的只好为我们的同胞手足感到绝望了。我们厮守的今朝美景是难以长久的。从另外一方面看，抱这种希望又有什么好处呢？复杂的技术和浪费性经济增长只会毁掉我们人类的前程，我们为何还要执迷不悟？如我们继续相信高能环境，这

就不是希望而是幻觉了。我们不应为去除这种幻觉而感到沮丧；相反，我们这一代人有机会开始一场地球变革，使濒临灭绝边缘的世界进入有秩序的新时代。我们应为此而感到欢欣鼓舞。

熵定律具有它的美好的一面。熵定律以其权威引导我们走过了宇宙大舞台。我们既痛苦，又快乐。熵定律使我们确信自己的命运，然而，何去何从，这要由我们自己选择。

迄今为止，人类历史是勇往直前的、所向无敌的历史。目前，人类实际上已攫取、控制了地球上任何一个重要的生态场所。所以，人类正处于历史的十字路口。人们为殖民手法而自食恶果。就在人类竭力继续增加能量流通的时候，世界总的能源环境却在日益涸竭，浪费和混乱越来越严重。人类要生存，唯一的希望就是放弃对地球的掠夺，转而适应自然秩序。

如果我们能过渡到一种极点的模式，那么，这一定是人类自觉选择的结果。我们之所以逐渐认识到这种选择，是因为我们有力量将我们的决定付诸实现。只有理解了熵定律，才会对选择产生这种认识。

为了找到我们在整个体系里的位置，我们曾作出了长期的、然而又是徒劳无功的努力。此后，熵定律为我们揭示了一个很浅显的真理：世界上发生的任何行为都受以前发生的行为的影响，就如现在发生的行为将影响到未来那样。因此，我们每个人都是连续统一体，我们的现在象征着过去，我们的形成、发生又代表了莫测变化的未来万物。

由于所有过去或将来的事件都是彼此联系的，所以我们必须为无限的过去和将来负起最终的责任。我们在这个世界

上的作为将在宇宙的边涯引起回响，影响存在着的一切其它事物。我们怎样选择生活方式不仅仅是和我们个人有关系。由于我们的行为将影响到所有的事物，所以，这也和所有的事物有关系。

熵定律是真正的艺术，是一个令人肃然起敬的概念。同时，它也为我们中多数人带来恐慌。我们的客观世界有朝一日将完成它的旅程而停止存在。然而，我们却不愿接受这样一个事实，这恰如我们不愿承认个人在地球上的逗留时间有限那样。可是，熵定律告诉我们，世界上所有的事件都有其单一性，就是事件的这种单一性使我们感到，我们应尊重周围存在的万物。整个世界是暂时的。在有限的世界中，我们体会到了自身的有限；在脆弱的世界中，我们体会到了自身的脆弱；世界的本质是虚弱的，我们的本质也是虚弱的。

虽然我们知道这是不可能的，但我们还是在这有限的世界上拚死寻觅长生不死的妙方。在我们的寻觅中，虚无主义也应运而生。有限的世界常常使我们很不愉快地联想到自己的境遇。我们杀向了周围的万物，吞噬掉了同类和地球财富；在心里，我们甚至告诉自己说，这就是我们追求的进步。实际上，这就是我们追求的不朽。这好象是我们为了忘却自己的薄命痛苦而决计毁掉任何可以提示这个世界的有限本质的残余物。我们的穷折腾只会加快缩短我们的寿命，毁掉所有未来的生命物质的有限遗产。同时，由于我们坚信现代技术可为自然宝库补充我们所消耗的一切，所以，我们对这种残杀和折磨持无动于衷的态度。

只有当我们承认世界的有限性时，我们才能真正领会到地球的珍贵。只有此时，每一事件才有特殊意义，生活本身才

值得珍惜、保护。伟大的哲学家兼科学家威廉·奥斯特瓦尔德*曾指出："如果某种行为不可重复，而且一旦做了就永远不得更改，此时，对行为负责任才有意义。"

我们中有些人愿意承认客观世界有限，但又相信熵的流动将被不断扩张的精神秩序趋向所抵消。对这些人来说，生命的形成过程等同于意识的不断增长。在牛顿体系中，人类意识被认为在走上坡路，而熵流动却在走下坡路。据信，人类的集体意识最终将发展到完全脱离客观水平，并且，在宇宙的变形中克服熵定律。人类意识在穿透客观存在的罩布之后，便将平稳地升入灵魂启蒙的以太世界。

如此就不难理解，为什么人们会暗自相信在无增长或低熵流通环境里，意识将衰退，其发展将受到阻止。他们坚信，意识的成长必须时常受到频繁的身体活动的滋润和培育。根据这种推理方法得出的逻辑结论是，世界上的能量流通越大，混乱和浪费越严重，就越能为意识的培养创造出有利的条件。

事实根本不是如此。加快物理的流动并不能保证精神上取得更大的发展，恰好相反。超然存在产生于平静和对"存在"美的认识，而不是产生于混乱和"做"苦功。赫尔曼·黑塞**笔下的西达塔曾坐在河边，静听着潺潺流水声，目的是为了能和流水融为一体，并从中受到启迪。然而，人类的发展迄今还在顽固地抗拒事物的自然流动。殖民的标志就是要征服、抑制。启蒙实际上是"经历"的对象，而我们却继续把启蒙作为

* 威廉·奥斯特瓦尔德(1853—1932)，俄国出生的德国物理化学家，以在催化方面的开创性研究而闻名。——译者

** 赫尔曼·黑塞(1877—1962)，德国作家。——译者

“取得”的对象。只要我们还在发狂地争取启蒙，我们就会继续抗拒展开过程中的自然节奏，并且离我们的启蒙目标越来越远。

我们也应认识到，我们常常错误地将人类组织客观世界的新思想同意识的高级形式联系起来。这两者不是一回事。其实，在多数历史情况下，社会发展和精神发展在极大程度上循着相反的轨道。人们只有放弃了征服的欲望，开始适应他人为我们所造就的世界，而不是我们自己建造的世界，上述两者才有可能开始重新会合。

我们也错误地把形成过程同向未来某个完美状态进步或进化混为一谈。我们经历一朵玫瑰花的形成过程，但并不把它看作在遥远的将来某时变得更加完美的玫瑰花的先导。玫瑰的存在就构成了充分的理由。玫瑰的完美在于它的存在。而人类又何尝不是如此呢？近 200 万年来，人类的体力、脑力都无甚变化。每株玫瑰花仍是玫瑰花，所以，它的本身——主观发生，是完美的。人类生活也是如此。

具有讽刺意味的是，就在我们仍然坚信人类的集体意识的逐渐展开将在遥远的未来使人大彻大悟的时候，其实，完美状态就一直在我们面前。除非我们认识到这个新发现，而且我们每个人不论何时都具有宇宙意识，否则，我们将决不能为我们的行动与我们同周围世界的关系担负全部责任。相反，我们将继续为我们的错误和过失辩解，说它们是我们集体形成过程不够开化的结果。换句话说，由于我们还未完全觉醒，所以，我们就不能完全负责。

然而，一旦我们接受了熵定律，我们就不会再逃避我们对我们生活与产生影响的世界上发生的一切应负的完全责任。

而完全责任又是完全觉醒和精神启蒙的先兆。

熵定律回答了历史上一切文化都必须回答的中心问题：世界上的人类应有什么样的作为？尽管有种普遍的意见认为人们的行为应能保护和加强生命，然而，如何达到这些目的，却有无数说法。熵定律最终提供了一个能解百题的答案。保护、加强各种形式的生命需要有可得的能量，可得的能量越多，各种可能的生命形式向未来扩展的前景就越妙。但是，第二定律告诉我们，世界上可得能源的贮存正由于各种原因而渐渐濒临涸竭。我们中每个人使用的能量越多，身后的所有生命的可得能量就越少。这样，道德上的最高要求便是尽量地减少能量耗费，这样做，我们便表达了我们对生命的热爱，也说明我们满怀爱意地支持所有生命的继续发展。

所以，当我们谈到普遍的爱的时候，我们指的是那种整体的崇高精神。它承认我们中每个人都是总流动的不可分割部分，这种流动本身便是生命的形成过程。

爱并非象某些人想的那样是与熵相抵触的。熵流动和形成过程是同时发生的，如果爱和熵相抵触，它便将成为形成过程中的一股对抗力量。爱是对展开过程的一种最高支持行为。这就是为什么爱的最高形式是自我牺牲——为了维持生命本身，不惜委曲求全，甚至在必要情况下，牺牲自己的生命。

爱是一种温柔、微妙的力量，它表达了一种完全自觉的，同普遍一致的节奏（形成过程）相结合的感情。通过爱的表示，它承认宇宙中的客观存在受到了某种总的调配，尽管爱也承认无从完全理解这里面的奥秘。这既声明信奉宇宙过程的至善至美之处，又完全地、无条件地屈服于那种挟带一切客观存在的自然的，有节奏的流动。

所以，爱便是一种美妙的尝试。由于纯洁的爱象征着那种必须得到尊重和遵守的普遍一致的宇宙节奏，所以，毋需加快或阻碍爱的形成过程。

最后，我们的个人存在永远会停留在展开过程本身的集体灵魂内。如果我们尽量地保护住我们有限的遗产，尽量尊重那种支配形成过程的自然节奏，我们就向我们以前、以后的生命表达了我们崇高的爱。意识到这双重责任，我们就迈出了从殖民模式转向极点模式的第一步。我们是世界的看管者。

后记

读了这本书后，每个读者都应记得7个问题。首先，地球实际上是一个封闭式系统。热力学探讨了3种系统，即，不和外部世界交换物质又不交换能量的孤立系统；交换能量但不交换物质的封闭式系统；既交换物质又交换能量的开放系统。在同太阳的关系上，地球实际上是封闭式的系统。它和太阳交换能量，但出于种种实际原因，不和太阳系的其它组织部分交换物质。偶尔有颗陨星坠落到大地上，散布了少量宇宙尘埃；有时，卫星被送入空间，除此以外，进入、离开地球的物质数量不足以引人注目。

其二，在短时期内，地球上某些孤立的地区曾经历过熵的转折。即，由于自然力的作用，或者由于人们以高于自然再生产的速度消费掉了能量，社会利用的那个物质-能量基础便告涸竭。这迫使人们改用某个新的物质-能量基础。本书决不是说地球的热寂就在眼前。本书要说的是，我们现有的由矿物燃料和特殊金属组合构成的物质-能量基础正濒临涸竭，需要我们向新的物质-能量领域转变。

其三，每种新的物质-能量基础都成为新一类技术的发展

范围，这些技术收集、交换和排除某种物质-能量环境。与新型技术一道应运而生的还有新的组织，新的价值观念和新的世界观。尽管物质-能量基础规定了范围，它并不能严格地规定那种社会用来将环境转化成经济生活效用的决策过程。技术、组织、价值观念以及世界观可作相当大的变化，但是，它们至少要同受它们加工的物质-能量基础保持一致。

其四，世界经济正处于历史过渡的早期阶段。由矿物燃料和稀有金属组成的消费性能源基础将被以可再生能源为主的太阳能时代所取代。目前已发展起两种互相对抗的方法论，它们为在未来太阳能时代组织起生物资源而提出了各自不同的办法。第一种办法可简称为合适技术的办法，它提倡同自然生产过程的速度保持一致，这里的首要原则是保持我们经济预算和自然的平衡。换言之，人们努力不使消费速度高于自然生产速度。人们重视分散型组织，劳动密集型技术，多样性变化，地区性自给自足以及节省地、平等地利用自然资源。合适技术的方法和基础结构已在美国社会内零零散散地发展起来了。

在我们进入太阳能时代之际，同时出现了另一种截然不同的可再生能源的组织办法。这就是遗传工程。很多人错误地认为遗传工程是一种技术。从更深远的意义上看，它确实是可再生能源基础的组织方法。由于一些公司已开始认识到，从矿物燃料到太阳能及可再生能源的历史转折已近在眼前，所以，它们投下了几十亿美元用来发展遗传工程。人们认为，组织可再生能源的合适技术方法对于维持现有的“增长”模式过于缓慢，缺乏效率，因此，他们论证说，为了以高于自然本身的速度转化有生命的物质，并在进入太阳能时代后保持增长

曲线，就必须搞地球生物工程。

在下一个 20 年里，人们将作出重大决策，从这两个迥然不同的可再生能源组织方法中选择一个最终将占统治地位的方法。

如果不想做在太阳能时代搞遗传工程这样的蠢事，我们就必须理解熵定律和热力学定律。如果读者要了解对太阳能时代搞遗传工程的严重危害性，便可以阅读我们分析更为细致的著作《谁将扮演上帝?》，该书讨论了那些由遗传工程和人工创造生命所引起的生态、经济、政治和道德的问题。

其五，当太阳在遥远的未来最终熄灭之后，地球就将变成一个寒冷、荒凉的星球，而且，最后将变成飘荡于宇宙舞台之上的灰尘。过去，学者们把熵和太阳系的最终热寂等同起来，并据此下结论说，由于熵的实现是遥远未来的事情，所以，它对人类生命无关紧要。相反，本书将注意力集中在作为过程，而不是最终状态的熵上。本书讨论了地球上物质-能量环境的重大变化以及人类同热力学定律、熵流动之间的关系。其目的在于提供分析的框架。我们讨论了人类和文明为了适应能源环境的剧变而作出的政治、文化和经济上的奋斗，但我们没有深入地探讨下去。我们期望，这种以热力学定律为基础的新型观念结构将激励其他人用新的眼光观察政治、文化和经济等的不同侧面。

其六，某些人将认为熵定律过于使人沮丧。这确实奇怪，因为，熵定律不过是一个物理学定律而已。当哥白尼宣布宇宙不是围绕地球运转时，很多人同样地感到了沮丧，但是，人终于设法适应了现实。物理学定律告诉我们的仅仅是客观世界的运转方式。我们同这些定律之间的关系决定了我们的精

神状态。奇怪的是，我们听见人们哀叹说，客观世界确实有限，而且每分每秒都在逼近死亡，我们努力又有什么用呢？为什么不就此罢休呢？我们每个人的生命也受熵定律的支配。我们都经历了生、死两个关头。我们的客观存在是有限的，不管我们如何努力，我们终归无法克服现实。当我们认识到自己的存在有限时，我们一般不会问自己：如果这一切都在走下坡路（从生到死），我们为什么还得耐心去努力一番？相反，我们认识到人固有一死后，就明白，人生中所作的一切都是不可替代，不可倒流的，这只会促使我们至少在短时间内爱惜、尊重人生的每段经历。很不幸，人们只是偶尔认识到人生固有一死，其它的时间则用来进行疯狂的征服熵的活动。适合于我们个人存在的规律同样也适合于我们周围的其它客观存在。我们常常难以承认我们的肉体是必有一死的，我们的生活经历是不可倒转的，同样，我们也不能承认周围世界也具有不可逆转的、有限的性质。

熵的过程既非乐观也非悲观。它只是描述了客观世界是如何展开的。我们个人和社会的世界观取决于我们如何同熵的过程作观念上的妥协。"妥协"意味着我们已懂得，熵本身既不是好事，也不是坏事。确实，熵代表了腐败和混乱，但它同时也代表着生命本身的展开。在我们决定如何同熵的流动相互作用时，价值观念便开始发生作用了。

最后，如同所有科学思维的产物那样，熵定律和热力学定律在本质上都是以人类为宇宙中心的。所有科学定律都表明我们有必要利用符号、抽象概念而尽力试验、理解客观世界的运转。假如有人问，在这个客观世界上我们最确信的有哪些概念，我们可能会这样回答：生与死，热与冷，集中与分散，可

得与不可得，价值与垃圾，秩序和混乱，开始与结束。这些有关客观世界如何展开的概念象征着熵定律。

有关熵定律的学问有助于我们理解同客观存在之间的关系。在这客观存在中，我们既是渺小，然而也是举足轻重。如同万有引力定律一样，熵不过是一个物理定律，不管是那些完全否定其合理性的人，还是那些把它当作一种包罗所有意识形态的人，都应理解这一点。作为一种以人类为宇宙中心的概念，熵有助于为生命的游戏规定物理规则。然而，究竟怎样做这场游戏，还要看人们在相互影响时，在同环境相互影响时，他们的思想会产生出什么样的价值观念，什么样的远见，什么样的怪诞念头，什么样的意识形态和"主义"。